

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月10日
Date of Application:

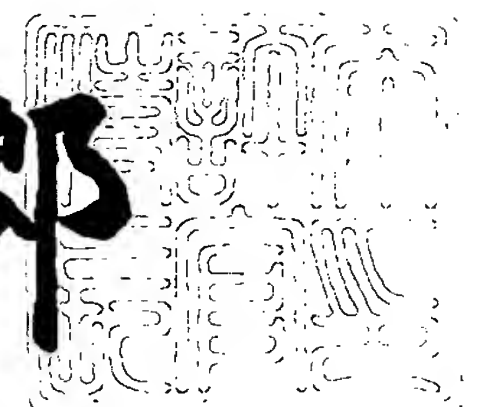
出願番号 特願2002-264362
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-264362]

出願人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2003年 7月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3054813

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290281908

【提出日】 平成14年 9月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/09

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 川嶋 孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 岡崎 裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 印牧 洋一

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082131

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲本 義雄

【電話番号】 03-3369-6479

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 032089

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708842

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録/再生装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置において、

前記テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送手段と、
順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録手段と、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御手段と

を備えることを特徴とする記録/再生装置。

【請求項 2】 前記制御手段は、前記移送手段を制御し、前記テープ状磁気記録媒体を順方向に移送する場合と、逆方向に移送する場合とで、移送速度を異ならせる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の記録/再生装置。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記テープ状磁気記録媒体を順方向に移送する場合と、逆方向に移送する場合とで、前記信号を記録する場合のクロックの周波数を異ならせる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の記録/再生装置。

【請求項 4】 前記移送手段により順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に記録されている信号を再生する再生手段と、

前記テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる等化特性で、前記再生手段により再生された信号を等化する等化手段と

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の記録/再生装置。

【請求項 5】 前記再生手段により再生された信号を A/D 変換する A/D 変換手

段をさらに備え、

前記A/D変換手段は、前記等化手段により等化された信号をA/D変換することを特徴とする請求項5に記載の記録/再生装置。

【請求項6】 前記等化手段は、周波数特性と位相特性の両方を等化することを特徴とする請求項6に記載の記録/再生装置。

【請求項7】 前記A/D変換手段の出力から、前記A/D変換手段が使用するクロックを生成するPLLを含むクロック生成手段をさらに備えることを特徴とする請求項7に記載の記録/再生装置。

【請求項8】 前記テープ状磁気記録媒体は、蒸着テープであることを特徴とする請求項1に記載の記録/再生装置。

【請求項9】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置の記録/再生方法において、

前記テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御ステップと

を含むことを特徴とする記録/再生方法。

【請求項10】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置を制御するコンピュータのプログラムであって、

前記テープ状磁気記録媒体が、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対する信号の記録を制御する記録制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項 1 1】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置を制御するコンピュータに、

前記テープ状磁気記録媒体が、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対する信号の記録を制御する記録制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップと

を含む処理を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 1 2】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置において、

前記テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送手段と、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録手段と、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の記録電流と異なるように制御する制御手段と、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録す

る場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調手段と、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に記録されている信号を再生する再生手段と、

前記テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化手段と、

前記等化手段により等化された信号をA/D変換するA/D変換手段と、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調手段とを備えることを特徴とする記録/再生装置。

【請求項 13】 前記等化手段は、前記テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合、微分型の第1の等化方式で等化を行い、逆方向に移送されている場合、積分型の第2の等化方式で等化を行う

ことを特徴とする請求項 12 に記載の記録/再生装置。

【請求項 14】 前記第1の等化方式は、PR4の等化方式であり、前記第2の等化方式は、PR1の等化方式であることを特徴とする請求項 13 に記載の記録/再生装置。

【請求項 15】 前記等化手段は、周波数特性と位相特性の両方を等化することを特徴とする請求項 12 に記載の記録/再生装置。

【請求項 16】 前記A/D変換手段の出力から、前記A/D変換手段が使用するクロックを生成するPLLを含むクロック生成手段をさらに備えることを特徴とする請求項 12 に記載の記録/再生装置。

【請求項 17】 前記テープ状磁気記録媒体は、蒸着テープであることを特徴とする請求項 12 に記載の記録/再生装置。

【請求項 18】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置の記録/再生方法において、

前記テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送ステップと

、
順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に記録されている信号を再生する再生ステップと、

前記テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化ステップと、

前記等化ステップの処理により等化された信号をA/D変換するA/D変換ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調ステップと

を含むことを特徴とする記録/再生方法。

【請求項 1 9】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置を制御するコンピュータのプログラムであって、

前記テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号の記録を制御する記録制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に記録されている信号の再生を制御する再生制御ステップと、

前記テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化ステップと、

前記等化ステップの処理により等化された信号をA/D変換するA/D変換ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項 2 0】 厚さ方向に斜め異方性を有するテープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送して、信号を記録または再生する記録/再生装置を制御するコンピュータに、

前記テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号の記録を制御する記録制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒

体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調ステップと、

順方向または逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体に記録されている信号の再生を制御する再生制御ステップと、

前記テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化ステップと、

前記等化ステップの処理により等化された信号をA/D変換するA/D変換ステップと、

順方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されている前記テープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調ステップと

を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、記録/再生装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、厚さ方向に斜め異方性をもつ磁気記録媒体を往復記録再生することができるようにした記録/再生装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、一般に、テープストリーマとして、リニア型とヘリカルスキャン型が知られている。リニア型のテープストリーマでは、テープ状の磁気記録媒体にデータを記録させる場合、固設された磁気ヘッドを用いてテープの走行方向（長手方

向) に平行に記録トラックパターンが書き込まれる。記録位置がテープの一方の終端に到達すると、そのテープの走行方向が反転され、隣接した別のトラックに新しい記録パターンが書き込まれる。この動作が交互に繰り返されることによって、磁気記録媒体にデータが記録される。このようリニア型のテープストリーマとしては、QIC (Quarter inch cartridge)、DLT(Digital Linear Tape)、米IBM社によるIBM3480 (いずれも商標) 等の各種フォーマットに準拠したものが知られている。

【0 0 0 3】

これらリニア型の磁気記録装置では、通常、信号の書き込み用に誘導型リングヘッドが用いられ、信号の読み出し用に誘導型リングヘッドあるいは磁気抵抗効果型ヘッド (MRヘッド) が用いられる。また、テープ状の磁気記録媒体としては、長手方向に磁性粒子が配向されたF e 酸化物テープやF e C o N i 金属合金テープ等といった塗布型の磁気テープが使用されている。

【0 0 0 4】

磁性を長手方向に配向した塗布型の磁気テープを使用する理由は、磁性を同じ向きに揃えることによって残留磁化量と角形比を高めて、記録再生信号の強度T A A (Time Average Amplitude) と空間分解能P W (Pulse Width) 5 0を同時に向上させ、信号対雑音比を高めて記録密度を向上させるというメリットが存在するためである。また、塗布型の磁気テープを使用すると、磁性が長手方向に配向されているため、当該磁気テープが往復移動する場合であっても、原理的には、両方向での記録再生特性に、違いが生じないためである。

【0 0 0 5】

一方、ヘリカルスキャン型のテープストリーマでは、高速で回転するシリンダードラム上に磁気ヘッドが配設されており、テープ上の磁気記録媒体が、シリンダードラムに斜めに巻きつけられた状態で、一方向に走行することによって、データが記録される。このようなヘリカルスキャン型のテープストリーマとしては、DAT(Digital Audio Tape)技術を応用したDDS(Digital Data Storage)、8 mmビデオ技術を応用したAIT(Advance Intelligent Tape)、放送局用1 / 2 インチテープを応用したDTF(Digital Tape Format)等の各種フォーマットに準拠したも

のが知られている。

【 0 0 0 6 】

これらヘリカルスキャン型のテープストリーマでは、記録トラックパターンがテープの走行方向に対して斜めに順次形成される。即ち、ヘリカルスキャン型のテープストリーマでは、テープの巻きははじめから巻き終わりに向かって一方向に信号が記録され、リニア型の場合のような往復記録は行われない。

【 0 0 0 7 】

近年、ヘリカルスキャン型のテープストリーマのうち、特に記録密度を高めた民生用DVC(Digital Video Cassette)やAIT(Advance Intelligent Tape)等のフォーマットでは、テープ状の磁気記録媒体として、斜め異方性を有した蒸着テープが使用されている。蒸着テープは、C o F e等の強磁性体金属を真空中で高温加熱して蒸発させ、ベースフィルムに直接磁性層を形成したものであり、有機バインダーを含まないことにより、磁性体充填密度が高く、磁気特性に優れるという特徴があり、高密度記録が可能であることが広く知られている。

【 0 0 0 8 】

蒸着テープは、磁性体成膜装置の現実的な機構により、磁気異方性が斜めに傾いているという特徴もあり、磁気ヘッドで信号を書き込む方向によっては記録再生特性が異なってしまうため、その走行方向が空間分解能P W 5 0の高い一方向でのみ使用されることが一般的である。この方向は、通常、「順方向」と呼ばれている。なお、斜め異方性を有するという特徴は、蒸着テープのみに固有に存在するわけではない。

【 0 0 0 9 】

例えば、塗布型の磁気テープにおいても、配向磁界を長手方向に一旦かけた後垂直方向にもかければ、その磁気テープが斜め異方性を有することとなり、短波長の記録再生特性を改善することができるが、その記録再生特性に走行方向（順方向と逆方向）で違いが生じることが報告されている（月館他、「ハイバンド8ミリ用メタルテープ」1989年テレビジョン学会全国大会）。

【 0 0 1 0 】

このようなテープ状の磁気記録媒体における斜め異方性は、ヘリカルスキャン

型のテープストリーマであれば、上述したように、テープの巻きはじめてから巻き終わりに向かって一方向に信号が記録されるため、電磁変換特性の優れた順方向だけを使用することが可能となり、大きな問題とはならない。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、リニア型のテープストリーマでは、往復記録を行わなければならないため、ヘリカルスキャン型では使用しない方向（逆方向）の電磁変換特性も、順方向と略同等に必要となるため、リニア型のテープストリーマでは、斜め異方性を有した磁気記録媒体を用いて記録密度を向上させることが非常に困難であるという課題があった。

【 0 0 1 2 】

そこで、例えば磁気記録媒体における磁性層を 2 層とし、各層間の斜め異方性の向きを互いに反転させることによって、順逆記録再生特性の差を相殺する試みも報告されている（姫野他「Non-Tracking方式による高密度磁気テープ記録」電子通信学会誌 C-II Vol. J75-C-II No. 11 1992 年、他に特開平 1 1 - 3 2 8 6 4 5 号公報）。しかしながら、この磁気記録方法では、磁性層の磁気異方性の向きを上下で反転させた 2 層構造とするために、記録再生特性、特に空間分解能（PW 50）が劣化してしまうおそれがあり、また、媒体作製プロセスが複雑になってしまい、磁気記録媒体の生産性が低下するという課題があった。

【 0 0 1 3 】

したがって、リニア型のテープストリーマでは、斜め異方性を有した磁気記録媒体を用いて記録密度を向上させることが非常に困難であるという課題があった。

【 0 0 1 4 】

この課題に対して、特開平 5 - 6 7 3 7 4 号公報（図 2 3 等）では、再生装置において、走行方向が異なる場合に、等価回路の係数を変化させ、再生特性を改善することが提案されている。また、磁気記録媒体における磁性層を 2 層とし、各層間の斜め異方性の向きを互いに反転させることによって、順逆記録再生特性の差を相殺する試みも行われている。

【 0 0 1 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平 5 - 6 7 3 7 4 号公報には、波形等化器特性としてゲイン周波数特性の一般的な設計例が示されているものの、具体的に、電磁変換系の変化に対応した等化器の設計目標、特に位相周波数特性についての説明及び設計目標が記載されていない。発明者等が斜め異方性を有した記録媒体を用いる記録再生装置について鋭意研究を重ねた結果によると、斜め異方性を持つテープ媒体の各方向では、位相差が非常に大きい。このため、特開平 5 - 6 7 3 7 4 号公報に記載のように等価回路の係数を一般的な設計例に基づいて変化させたとしても、波形等化のみならず位相等化をも考慮しなければ十分な特性が得られない可能性が有る。また、各方向のアナログ等化器内で位相等化を行わなければ、ADCでのPLL (Phase Locked Loop) の動作が困難となる可能性が有る。

【0 0 1 6】

また、特開平 5 - 6 7 3 7 4 号公報は、適応等化を行うデータ再生装置については記載されているものの、記録時に斜め異方性を有した記録媒体の特性を考慮することについては記載されていない。

【0 0 1 7】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、リニア型のテープストリーマにおいて、斜め異方性を有した磁気テープに、好適な記録再生を行うことができるようにすることを一目的とする。なお、本発明の他の目的については、以下の説明および添付図面により順次明らかにされる。

【0 0 1 8】**【課題を解決するための手段】**

発明者等は、例えば蒸着テープ等の斜め異方性を持つ磁気記録媒体に関して、その順逆方向での電磁変換特性を詳細に測定解析した。そして、そこから得られる伝達関数に基づき、各方向での等化目標及び、波形等化器特性を振幅-周波数特性ならびに位相-周波数特性について、その特徴を詳細に検討した。本発明はこの検討の結果に基づき、例えば以下の手段により上記その他の目的を達成する。

【0 0 1 9】

第 1 の本発明の記録/再生装置は、テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送手段と、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録手段と、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

制御手段は、移送手段を制御し、テープ状磁気記録媒体を順方向に移送する場合と、逆方向に移送する場合とで、移送速度を異ならせるようにすることができる。

【 0 0 2 1 】

制御手段は、テープ状磁気記録媒体を順方向に移送する場合と、逆方向に移送する場合とで、信号を記録する場合のクロックの周波数を異ならせるようにすることができる。

【 0 0 2 2 】

移送手段により順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に記録されている信号を再生する再生手段と、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる等化特性で、再生手段により再生された信号を等化する等化手段とをさらに備えるようにすることができる。

【 0 0 2 3 】

再生手段により再生された信号をA/D変換するA/D変換手段をさらに備え、A/D変換手段は、等化手段により等化された信号をA/D変換するようにすることができる。

【 0 0 2 4 】

等化手段は、周波数特性と位相特性の両方を等化するようにすることができる。

【 0 0 2 5 】

A/D変換手段の出力から、A/D変換手段が使用するクロックを生成するPLLを含

むクロック生成手段をさらに備えるようにすることができる。

【 0 0 2 6 】

テープ状磁気記録媒体は、蒸着テープであるようにすることができる。

【 0 0 2 7 】

第 1 の本発明の記録/再生方法は、テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

第 1 の本発明の記録媒体のプログラムは、テープ状磁気記録媒体が、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対する信号の記録を制御する記録制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

第 1 の本発明のプログラムは、テープ状磁気記録媒体が、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対する信号の記録を制御する記録制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップとを含む処理をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

第 2 の本発明の記録/再生装置は、テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆

方向に移送する移送手段と、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録手段と、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御手段と、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調手段と、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に記録されている信号を再生する再生手段と、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化手段と、等化手段により等化された信号をA/D変換するA/D変換手段と、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調手段とを備えることを特徴とする。

【0 0 3 1】

等化手段は、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合、微分型の第1の等化方式で等化を行い、逆方向に移送されている場合、積分型の第2の等化方式で等化を行うようにすることができる。

【0 0 3 2】

第1の等化方式は、P R 4 の等化方式であり、第2の等化方式は、P R 1 の等化方式であるようにすることができる。

【0 0 3 3】

等化手段は、周波数特性と位相特性の両方を等化するようにすることができる。

【0 0 3 4】

A/D変換手段の出力から、A/D変換手段が使用するクロックを生成するPLLを含むクロック生成手段をさらに備えるようにすることができる。

【 0 0 3 5 】

テープ状磁気記録媒体は、蒸着テープであるようにすることができる。

【 0 0 3 6 】

第 2 の本発明の記録/再生方法は、テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送する移送ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する記録ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に記録されている信号を再生する再生ステップと、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化ステップと、等化ステップの処理により等化された信号を A/D 変換する A/D 変換ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

第 2 の本発明の記録媒体のプログラムは、テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号の記録を制御する記録制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体

に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に記録されている信号の再生を制御する再生制御ステップと、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化ステップと、等化ステップの処理により等化された信号をA/D変換するA/D変換ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

第2の本発明のプログラムは、テープ状磁気記録媒体を、順方向または逆方向に移送されるように制御する移送制御ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号の記録を制御する記録制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流が、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流と異なるように制御する線記録密度制御ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合とで、記録する信号を異なる方式で変調する変調ステップと、順方向または逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体に記録されている信号の再生を制御する再生制御ステップと、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、テープ状磁気記録媒体から再生された信号を等化する等化ステップと、等化ステップの処理により等化された信号をA/D変換するA/D変換ステップと、順方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合と、逆方向に移送されているテープ状磁気記録媒体から再生された信号を復調する場合とで、再生された信号を異なる方式で復調する復調ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

第 1 の本発明においては、テープ状磁気記録媒体が、順方向または逆方向に移送され、順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の線記録密度と記録電流を異なるように制御される。

【 0 0 4 0 】

第 2 の本発明においては、テープ状磁気記録媒体が、順方向または逆方向に移送され、順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、テープ状磁気記録媒体に対して信号を記録する場合の記録電流を異なるように制御され、記録信号が異なる方式で変調される。また、再生時に、テープ状磁気記録媒体が順方向に移送されている場合と、逆方向に移送されている場合とで、異なる周波数特性と異なる位相特性で、テープ状磁気記録媒体から再生された信号が等化され、等化された信号が A/D 変換され、異なる方式で変調される。

【 0 0 4 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。図 1 は、本発明を適用したテープストリーマ 1 の構成を示している。再生アンプ 1 1 b には、不図示の固定された再生ヘッドが接続され、記録アンプ 1 1 a には、不図示の固定された記録ヘッドが接続されている。記録アンプ 1 1 a と記録再生コントローラ 1 3 の間、かつ、再生アンプ 1 1 b と記録再生コントローラ 1 3 の間には、記録再生回路 1 2 が設けられている。

【 0 0 4 2 】

VGA (Variable Gain Amp) 3 1 は、再生アンプ 1 1 b から磁気テープ（不図示）の再生信号を受信すると、それを増幅して出力する。記録再生コントローラ 1 3 は、磁気テープが順方向で再生された場合、VGA 3 1 が出力する再生信号を順方向用アナログ等化器 3 2 a に供給し、逆方向で再生された場合、逆方向用アナログ等化器 3 2 b に供給する。

【 0 0 4 3 】

順方向用アナログ等化器 3 2 a は、周波数特性補正回路 5 1 a と位相特性補正

回路 5 2 a から構成されており、逆方向用アナログ等化器 3 2 b は、周波数特性補正回路 5 1 b と位相特性補正回路 5 2 b から構成されている。

【 0 0 4 4 】

順方向用アナログ等化器 3 2 a、または逆方向用アナログ等化器 3 2 b に供給された再生信号は、波形等化処理される。即ち、再生信号は、周波数特性補正回路 5 1 a、5 1 b で周波数特性が補正され、位相特性補正回路 5 2 a、5 2 b で位相特性が補正される。そして、再生信号は、ADC (Analog/Digital Converter) 3 4 に出力される。

【 0 0 4 5 】

フェーズエラー部 3 8 は、基準クロックと ADC 3 4 より入力される再生信号との位相誤差を検出し、位相誤差の情報を VCO (Voltage Controlled Oscillator) 3 9 に送信する。その情報をもとに VCO 3 9 は位相誤差に対応するクロックを生成し、ADC 3 4 に供給する。ADC 3 4 は、入力されたクロックに基づいて、再生信号を A/D 変換する。ADC 3 4、フェーズエラー部 3 8、および VCO 3 9 で、PLL (Phase Locked Loop) が構成されている。

【 0 0 4 6 】

レベルエラー部 3 3 は、順方向用アナログ等化器 3 2 a、または逆方向用アナログ等化器 3 2 b の出力と、ADC 3 4 の出力の振幅の誤差を検出し、その誤差に基づいて、VGA 3 1 の増幅率 (ゲイン) を制御する。

【 0 0 4 7 】

ADC 3 4 でデジタル信号に変換された再生信号は、アダプティブ FIR フィルタ 3 5 に送信され、不要な周波数帯域成分が除去される。

【 0 0 4 8 】

アダプティブ FIR フィルタ 3 5 から出力された再生信号は、それが磁気テープが順方向で再生された場合の再生信号であれば、順方向用シーケンス検出器 3 6 a に送信され、逆方向で再生された場合の再生信号であれば、逆方向用シーケンス検出器 3 6 b に供給されるように、記録再生コントローラ 1 3 により制御される。順方向用シーケンス検出器 3 6 a と逆方向用シーケンス検出器 3 6 b では、それぞれアダプティブ FIR フィルタ 3 5 にてデジタル等化された各方向の再生波

形から記録シーケンスの検出が行われる。順方向用シーケンス検出器 3 6 a または逆方向用シーケンス検出器 3 6 b より出力された再生信号は、それぞれ順方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 a、または逆方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 b に供給され、デコードされた後、記録再生コントローラ 1 3 に出力される。

【 0 0 4 9 】

サーボクオリファイア復調器 4 0 は、ADC 3 4 の出力から、サーボ成分、すなわちサーボセクタの情報を検出／復調し、記録再生コントローラ 1 3 に出力する。

【 0 0 5 0 】

記録再生コントローラ 1 3 は、記録信号を、磁気テープが順方向に移送される場合、順方向エンコーダ／デコーダ 3 7 a に供給し、逆方向に移送される場合、逆方向エンコーダ／デコーダ 3 7 b に供給する。順方向エンコーダ／デコーダ 3 7 a または順方向エンコーダ／デコーダ 3 7 b は、それぞれ入力された記録信号をエンコードし、ライトバッファ 4 3 を介して記録アンプ 1 1 a に供給する。

【 0 0 5 1 】

周波数シンセサイザ 4 2 は、記録信号を処理するクロックを生成する。シリアルポートレジスタ 4 1 は、外部のパーソナルコンピュータ PC 等が、リードチャンネルを制御するための入力コマンド用のレジスタである。

【 0 0 5 2 】

また、記録再生コントローラ 1 3 には、必要に応じて、さらに、リムーバブルメモリ 6 2 などの記録媒体に対してデータを読み書きするドライブ 6 1 が接続される。

【 0 0 5 3 】

このテープストリーマ 1 に所定の動作を実行させる磁気記録再生プログラムは、リムーバブルメモリ 6 2 に格納された状態でテープストリーマ 1 に供給され、ドライブ 6 1 によって読み出されて、記録再生コントローラ 1 3 の内部のメモリにインストールされる。

【 0 0 5 4 】

このテープストリーマ 1 においては、蒸着テープが不図示の機構により正方向ま

たは逆方向に移送され、データが記録または再生される。

【 0 0 5 5 】

磁気テープの磁気記録特性は、例えば、図 2 に示される検証装置 7 0 を用いて、検証することができる。

【 0 0 5 6 】

この図 2 の検証装置 7 0 においては、回転ドラム 7 1 に、磁気テープ 7 3 が巻きつけられている。磁気テープ 7 3 としては、例えば、蒸着テープが用いられる。なお、本発明は、厚さ方向に斜め異方性を示すテープ状記録媒体の再生装置に対して用いることが好適であり、蒸着テープはこのようなテープ状記録媒体の一例である。

【 0 0 5 7 】

検証装置 7 0 において、回転ドラム 7 1 の周面に沿って、磁気テープ 7 3 と対向するように磁気ヘッドが設置されている。磁気ヘッドは、記録ヘッド 7 2 a、再生ヘッド 7 2 b、および消去ヘッド 7 2 c から構成されている。これらヘッドは、本発明にかかるテープストリーマ 1 における対応構成要素と同等の性質を有するものであることが好ましい。ここで、例えば、記録ヘッド 7 2 a としては、磁束誘導型の M I G (Metal in Gap) ヘッドが用いられ、再生ヘッド 7 2 b としては、磁気抵抗効果型の M R (Magneto Resistance) ヘッドが用いられる。なお、記録ヘッド 7 2 a と再生ヘッド 7 2 b は、テープに対する最適な当たりが得られるように、X、Y、Z 方向、あおり、首振り、アジマス角度等の調整が可能な可変ステージ（不図示）上に設置されている。

【 0 0 5 8 】

また、回転ドラム 7 1 は、その回転方向（順方向（C W）、または逆方向（C C W））と回転速度がスピンドルドライバ 7 7 により制御される。スピンドルドライバ 7 7 は、その制御を指令する記録再生コントローラ 7 4 と接続されている。また、記録再生コントローラ 7 4 は、記録ヘッド 7 2 a または消去ヘッド 7 2 c を駆動する記録アンプ 7 5 a と、再生ヘッド 7 2 b を駆動する再生アンプ 7 5 b に接続されている。記録アンプ 7 5 a には、テスト用の信号を発生する任意信号発生器 7 6 が接続されている。

【 0 0 5 9 】

記録再生コントローラ 7 4 は、データを記録するとき、任意信号発生器 7 6 が出力した任意信号（記録データ）を記録アンプ 7 5 a に供給し、増幅させた後、記録ヘッド 7 2 a により磁気テープ 7 3 上に記録させる。このとき記録再生コントローラ 7 4 は、記録電流 I_w の値が所定の値になるように制御する。

【 0 0 6 0 】

さらにこのとき、記録再生コントローラ 7 4 は、スピンドルドライバ 7 7 を制御し、回転ドラム 7 1 に巻きつけられた磁気テープ 7 3 を、所定の速度で、例えば順方向（または逆方向）に移動させる。したがって、磁気テープ 7 3 には、所定の速度で、テープの長手方向に平行にデータが記録される。記録位置がテープの終端に到達すると、移動方向が逆方向（または順方向）に反転され、隣接した別のトラックにデータが記録される。

【 0 0 6 1 】

また、再生時、再生ヘッド 7 2 b が、記録再生コントローラ 7 4 から指令された再生用センス電流 I_s で、磁気テープ 7 3 を再生する。このとき、記録時と同様に、磁気テープ 7 3 が所定の速度で、順方向または逆方向に移動され、所望の位置のデータが再生される。再生信号は、再生アンプ 7 5 b で増幅された後、記録再生コントローラ 7 4 に出力される。

【 0 0 6 2 】

さらに、記録再生コントローラ 7 4 がデータの消去を指令すると、消去ヘッド 7 2 c が制御され、磁気テープ 7 3 のデータが消去される。この場合にも、磁気テープ 7 3 は所定の速度で、順方向または逆方向に移動され、所望の位置のデータが消去される。

【 0 0 6 3 】

磁気テープ 7 3 の構成を図 3 乃至図 5 に示す。図 3 に示されるように、磁気テープ 7 3 は、非磁性支持体 8 1 の上に、柱状構造をしたコバルト系斜方蒸着磁性層 8 2 が 1 層形成されている。また、磁化容易軸が垂直方向から長手 + 方向（図 3 において右方向）の間にある。なお、コバルト系斜方蒸着磁性層 8 2 の中の線は、カラムの形成方向を示している。図 3 に示されるように、カラムは斜めに形

成されている。

【 0 0 6 4 】

記録ヘッド 7 2 a、再生ヘッド 7 2 b、および消去ヘッド 7 2 c 等の固設された磁気ヘッド 7 2 に対して、磁気テープ 7 3 を往復移動させることによって、信号が記録され、磁気テープ 7 3 の信号が再生される。なお、図中、左方向に磁気テープ 7 3 が移動する場合は順方向 (C W) であり、右方向に移動する場合は逆方向 (C C W) である。

【 0 0 6 5 】

また、図 4 に示されるように、磁気テープ 7 3 は、非磁性支持体 8 1 の上に、磁性層 8 3 と磁性層 8 4 のカラム形成方向 (磁化容易軸の傾き方向) を揃えた順 2 層構造を形成してもよい。

【 0 0 6 6 】

あるいはまた、図 5 に示されるように、非磁性支持体 8 1 の上に、磁性層 8 5 と磁性層 8 6 のカラム形成方向を、逆方向 (いまの場合、H + 方向と H - 方向) にした逆 2 層構造を形成してもよい。

【 0 0 6 7 】

以下、図 3 に示されるような磁気テープ 7 3 を用いて、実際に、検証装置 7 0 において信号の記録再生を行った場合の磁気テープ 7 3 の特性を説明する。

【 0 0 6 8 】

磁気テープ 7 3 の特性を調べるために設定した記録再生条件を図 6 に示す。常温常室 (温度が 2 5 ℃で、湿度が 6 0 %) の状態で、回転ドラム 7 1 は、正方向 (C W) と逆方向 (C C W) に、1 3 0 0 r p m の回転数で回転された。磁気テープ 7 3 には、図 3 に示されるような薄層コバルト斜め蒸着テープ (H c : 1 0 5 k A / m, M r · t : 1 . 6 m e m u / c c) が用いられた。また、記録ヘッド 7 2 a には、M I G ヘッド (トラック幅 : 1 2 μ m、有効ギャップ : 0 . 2 1 μ m) が、再生ヘッド 7 2 b には、M R ヘッド (素子トラック幅 : 9 μ m、シールド間ギャップ長 : 0 . 2 3 μ m) が、それぞれ用いられた。ヘッド / テープ相対速度は、6 . 8 m / s で、孤立波半値幅 (P W 5 0) と孤立波出力 (I S T A A) の測定時記録周波数は、1 M H z である。

【 0 0 6 9 】

T A (Thermal Asperity) ノイズ (後述) が少ない場合の磁気テープ 7 3 の走行方向に依存する波形等化後の信号対雑音比SDNR(Signal-to-Distortion and Noise Ratio)の線記録密度特性を図 7 に示す。なお、記録再生条件は、図 6 に示されるような条件に設定した。また、SDNRを求める際の等化方式としては、P R 1 (Partial Response Class 1)と P R 4 (Partial Response Class 4) を用いた。図中、実線は、P R 4 の特性を表し、破線は P R 1 の特性を示す。

【 0 0 7 0 】

順方向と比較して、P W 5 0 が広く (後述する図 1 6 参照)、長波長強調型の周波数特性をもつ、逆方向で記録された磁気テープ 7 3 は、図中、全線記録密度において、P R 1 最適等化後のSDNRの値が、P R 4 最適等化後のSDNRの値より大きくなる。一方、逆方向と比較して、P W 5 0 が狭く、短波長強調型の周波数特性をもつ順方向で記録された磁気テープ 7 3 は、図中、全線記録密度において、P R 4 最適等化後のSDNRの値が、P R 1 最適等化後のSDNRの値より大きくなる。

【 0 0 7 1 】

例えば、SDNRが 2 2 d B で十分な記録再生の信頼性が維持できる磁気記録システムを用いた場合、等化方式として順方向では P R 4 を用い、逆方向では P R 1 を用いることによって、両方向共に線記録密度が約 1 7 0 k f c i での信号の記録が可能となる。

【 0 0 7 2 】

順方向の線記録密度 1 7 0 k f c i での P R 4 最適等化時のアイパターンを図 8 に示し、逆方向の線記録密度 1 7 0 k f c i での P R 1 最適等化時のアイパターンを図 9 に示す。

【 0 0 7 3 】

順方向 (図 8 の場合) に比べて、逆方向で記録された場合 (図 9 の場合) のSDNRは小さいが、等化方式として P R 1 を用いることによって、SDNRが約 2 2 d B のアイパターンが得られている。

【 0 0 7 4 】

次に、P R 1 と P R 4 の等化方式における T A ノイズについて説明する。再生

ヘッド 7 2 b に MR ヘッドを用いる場合、MR 素子と記録媒体（いまの場合、磁気テープ 7 3）との接触により生じる熱によって、素子抵抗が変化し、TA ノイズが発生することが知られている。

【 0 0 7 5 】

TA ノイズは、比較的、長波長（低周波数）領域に発生する。したがって、長波長成分を必要とする PR 1 等の等化方式を用いる場合、長波領域に発生する TA ノイズが影響して、SDNR を悪化させることになる。一方、短波長（高周波数）成分を必要とする PR 4 等の等化方式を用いる場合、長波長の TA ノイズの発生は、SDNR に大きな影響を及ぼさない。

【 0 0 7 6 】

等化方式として PR 1 と PR 4 を用いて、順方向と逆方向から記録した、TA ノイズが発生する場合の SDNR の線記録密度特性を図 1 0 に示す。なお、記録再生条件は、図 6 に示されるような条件に設定した。

【 0 0 7 7 】

順方向と逆方向での PR 4 最適等化後の SDNR を比較すると、逆方向での PR 4 最適等化後の SDNR は、線記録密度が 1 7 0 乃至 2 5 0 k f c i の範囲内で、順方向より 1 . 5 乃至 2 . 5 d B 程度低くなっている。これは、各方向での空間分解能 T A A の差、波形差による非線形ひずみ、等化誤差等によって生じる。また、全線記録密度領域において、各方向での PR 4 の SDNR の方が、PR 1 の SDNR よりも上回っているが、これは TA ノイズの影響である。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 より明らかなように、順方向と逆方向で同等の PR 4 最適等化後の SDNR を得るためには、逆方向の場合に、信号の線記録密度を順方向より下げればよい。例えば、順方向の線記録密度 1 7 0 k f c i での PR 4 最適等化後の SDNR 2 5 . 6 d B と同等の PR 4 最適等化後の SDNR を逆方向で得るためには、信号の線記録密度を 1 8 % 下げた 1 4 0 k f c i とすればよい。

【 0 0 7 9 】

順方向の線記録密度が 2 0 7 k f c i での PR 4 最適等化時のアイパターンを図 1 1 に、逆方向の線記録密度が 1 7 0 k f c i での PR 4 最適等化時のアイパ

ターンを図 1 2 に示す。

【 0 0 8 0 】

順方向での線記録密度 2 0 7 k f c i から 1 8 % 下げて、逆方向での線記録密度を 1 7 0 k f c i とした場合、逆方向の SDNR は、2 2 . 0 d B となり、順方向の SDNR は、+ 1 . 1 d B 改善された 2 3 . 1 d B となる。即ち、順方向より逆方向の線記録密度を下げるにより、順逆各方向での SDNR 差は改善される。

【 0 0 8 1 】

図 1 3 と図 1 4 を参照して、孤立再生波の平均出力（記録再生信号の強度）T A A と、T A A が 5 0 % になるレベルでの波形幅（空間分解能）P W 5 0 の記録電流特性の順方向と逆方向との相違を説明する。

【 0 0 8 2 】

磁気テープ 7 3 の上には、記録ヘッド 7 2 a が配置されている。図 1 3 に示されるように、磁気テープ 7 3 を順方向に移送して信号が記録される場合、記録ヘッド 7 2 a のトレーリングエッジ（後端）の磁界方向（図中、破線）と、磁気テープ 7 3 のコバルト系斜方蒸着磁性層 8 2 の異方性の向き（図中、矢印 H 方向）とが、ほぼ直角に近い角度で交差する。したがって、磁化反転幅が狭く、かつ記録過程で、その直前に書かれた記録パターンが消去されるという現象（記録減磁）を小さくできるが、強い書き込み磁界を必要とする。

【 0 0 8 3 】

一方、図 1 4 に示されるように、磁気テープ 7 3 を逆方向に移送して信号が記録される場合、記録ヘッド 7 2 a のトレーリングエッジの磁界方向（図中、破線）と、コバルト系斜方蒸着磁性層 8 2 の異方性の向き（図中、矢印 H 方向）が一致する（ほぼ、平行になる）。したがって、書き込み易く、消去もし易い。

【 0 0 8 4 】

孤立再生波の平均出力（記録再生信号の強度）T A A の記録電流 I w 特性を図 1 5 に示す。なお、記録再生条件は、図 6 に示されるような条件に設定した。

【 0 0 8 5 】

記録電流 I w の値が小さい値に下げられていくと、順方向、逆方向ともに T A A が増加し、2 0 乃至 3 5 m A p p の記録電流 I w の領域では、逆方向の T A A

が順方向の T A A より大きくなる。即ち、上述したように、磁気テープ 7 3 の逆方向走行時に信号が記録される方が、順方向走行時に信号が記録される場合より書き込み易い。

【 0 0 8 6 】

次に、T A A が 5 0 % になるレベルでの波形幅（空間分解能）P W 5 0 の記録電流特性 I w を図 1 6 に示す。なお、記録再生条件は、図 6 に示されるような条件に設定した。

【 0 0 8 7 】

全記録電流領域において、逆方向の P W 5 0 は、順方向の P W 5 0 より大きくなる（波形幅が広くなる）。上述したように、順方向で信号が記録される方が、P W 5 0 に対応する磁化反転幅が狭くなる。また、逆方向の P W 5 0 が最小となる記録電流 I w は、順方向の P W 5 0 が最小となる記録電流 I w より小さくなる。

【 0 0 8 8 】

このように、順方向と同じ記録電流 I w で、逆方向で信号が記録されると、記録再生信号の強度 T A A と空間分解能 P W 5 0 が低下する。また、磁界強度が強すぎることになり、記録減磁が起こり易い。したがって、順方向で記録される場合の記録電流 I w より、逆方向で記録される場合の記録電流 I w を低く設定することによって、逆方向における T A A と P W 5 0 を最適な値にすることができる。

【 0 0 8 9 】

順方向で記録される場合の孤立再生波形を図 1 7 乃至図 1 9 に示す。なお、記録再生条件は、図 6 に示されるような条件に設定した。

【 0 0 9 0 】

図 1 7 は、記録電流 I w が 1 1 m A p p のときの孤立再生波形である。このとき、記録再生信号の強度 T A A は 0 . 2 9 V p p 、空間分解能 P W 5 0 は 0 . 3 4 μ m である。図 1 8 は、記録電流 I w が 3 0 m A p p のときの孤立再生波形であり、このときの記録信号再生信号の強度 T A A は 0 . 3 2 V p p 、空間分解能 P W 5 0 は 0 . 2 5 μ m である。図 1 9 は、記録電流 I w が 4 8 m A p p のとき

の孤立再生波形であり、このときの記録信号再生信号の強度 T A A は 0 . 3 1 V p p、空間分解能 P W 5 0 は、0 . 2 6 μ m である。

【 0 0 9 1 】

逆方向で記録される場合の孤立再生波形を図 2 0 乃至図 2 2 に示す。なお、記録再生条件は、図 6 に示されるような条件に設定した。

【 0 0 9 2 】

図 2 0 は、記録電流 I w が 1 0 m A p p のときの孤立再生波形である。このとき、記録再生信号の強度 T A A は 0 . 1 9 V p p、空間分解能 P W 5 0 は 0 . 3 8 μ m である。図 2 1 は、記録電流 I w が 2 5 m A p p のときの孤立再生波形であり、このときの記録信号再生信号の強度 T A A は 0 . 3 4 V p p、空間分解能 P W 5 0 は 0 . 3 2 μ m である。図 2 2 は、記録電流 I w が 5 1 m A p p のときの孤立再生波形であり、このときの記録信号再生信号の強度 T A A は 0 . 3 0 V p p、空間分解能 P W 5 0 は、0 . 3 7 μ m である。

【 0 0 9 3 】

以上のような検証結果に基づいて、図 1 のテープストリーマ 1 においては、以下に述べるように、記録または再生処理が行なわれる。

【 0 0 9 4 】

すなわち、T A ノイズが充分小さい場合（例えば、再生ヘッド（不図示）として T A ノイズが充分小さい M R ヘッドが用いられるか、または M I G ヘッドが用いられる場合）において、テープストリーマ 1 が磁気テープ（上述したように検証した蒸着テープ）に信号を記録する処理を、図 2 3 のフローチャートを用いて、詳細に説明する。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 において、記録再生コントローラ 1 3 は、磁気テープを所定の速度で移送させる。ステップ S 2 において、記録再生コントローラ 1 3 は、磁気テープの移送方向が順方向であるか否かを判定する。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 2 において、磁気テープの移送方向が順方向であると判定された場合、記録再生コントローラ 1 3 は、処理をステップ S 3 に進め、記録信号を順方

向用エンコーダ／デコーダ 3 7 a に供給し、エンコードさせる。例えば、いまの場合、P R 4 の等化方式用にエンコードされる。ステップ S 4 において、記録再生コントローラ 1 3 は、記録電流の値を順方向用の記録電流の値（逆方向用の記録電流より大きい値）に設定する。

【0 0 9 7】

ステップ S 2 において、磁気テープの移送方向が順方向ではない（逆方向である）と判定された場合、記録再生コントローラ 1 3 は、処理をステップ S 5 に進め、記録信号を逆方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 b に供給し、エンコードさせる。例えば、いまの場合、P R 1 の等化方式用にエンコードされる。ステップ S 6 において、記録再生コントローラ 1 3 は、記録電流の値を逆方向用の記録電流の値（順方向用の記録電流より小さい値）に設定する。

【0 0 9 8】

ステップ S 4、またはステップ S 6 の処理の後、記録再生コントローラ 1 3 は、処理をステップ S 7 に進め、設定された記録電流で、設定された等化方式用にエンコードされた記録信号を記録する。具体的には、エンコードされた記録信号は、周波数シンセサイザ 4 2 が出力するクロックに同期して、ライトバッファ 4 3 に供給され、一旦保持される。さらに、そこから読み出され、記録アンプ 1 1 a により増幅された記録信号は、記録ヘッド（不図示）により磁気テープに記録される。そして、処理は終了する。

【0 0 9 9】

このように、移送方向が順方向の場合、逆方向の場合より大きい値の記録電流で、P R 4 の等化方式用にエンコードされた記録信号が記録される。一方、移送方向が逆方向の場合、順方向の場合より小さい値の記録電流で、P R 1 の等化方式用にエンコードされた記録信号が記録される。

【0 1 0 0】

したがって、本発明では、T A ノイズが充分小さい場合、磁気テープの走行方向に応じて、異なる等化方式を用いるため、走行方向による波形等化後のSDNRの差を改善することができる。また、磁気テープの走行方向に応じて、異なる記録電流で記録させるため、記録再生信号の強度 T A A と空間分解能 P W 5 0 を最適

な値にすることができる。

【0 1 0 1】

次に、T A ノイズが大きい場合（例えば、再生ヘッドとして、T A ノイズが大きいMRヘッドが用いられる場合）において、テープストリーマ1が磁気テープに信号を記録する処理を、図24のフローチャートを用いて、詳細に説明する。

【0 1 0 2】

ステップS 2 1において、記録再生コントローラ13は、磁気テープを所定の速度で移送させる。ステップS 2 2において、記録再生コントローラ13は、順方向用エンコーダ／デコーダ37a（または逆方向用エンコーダ／デコーダ37bでもよい）に供給し、例えば、P R 4の等化方式用にエンコードさせる。

【0 1 0 3】

ステップS 2 3において、記録再生コントローラ13は、磁気テープの移送方向が順方向であるか否かを判定する。磁気テープの移送方向が順方向であると判定された場合、記録再生コントローラ13は、処理をステップS 2 4に進め、周波数シンセサイザ42によって制御されるクロック周波数を順方向用の周波数（逆方向用の周波数より高い周波数）に設定する。即ち、記録信号が順方向用の線記録密度（逆方向用より大きい線記録密度）で記録されるようにする。ステップS 2 5において、記録再生コントローラ13は、記録電流の値を順方向用の記録電流の値（逆方向用の記録電流より大きい値）に設定する。

【0 1 0 4】

ステップS 2 3において、磁気テープの移送方向が順方向ではない（逆方向である）と判定された場合、記録再生コントローラ13は、処理をステップS 2 6に進め、周波数シンセサイザ42によって制御されるクロック周波数を逆方向用の周波数（順方向用の周波数より低い周波数）に設定する。即ち、記録信号が逆方向用の線記録密度（順方向用より小さい線記録密度）で記録されるようにする。ステップS 2 7において、記録再生コントローラ13は、記録電流の値を逆方向用の記録電流の値（順方向用の記録電流より小さい値）に設定する。

【0 1 0 5】

ステップS 2 5、またはステップS 2 7の処理の後、記録再生コントローラ1

3 は、処理をステップ S 2 8 に進め、設定された記録電流で、設定されたクロック周波数に基づいて、記録信号を記録する。そして、処理は終了する。

【0 1 0 6】

即ち、移送方向が順方向の場合、逆方向の場合より大きい値の記録電流で、逆方向の場合より大きい線記録密度で、記録信号が記録される。一方、移送方向が逆方向の場合、順方向の場合より小さい値の記録電流で、順方向の場合より小さい線記録密度で記録信号が記録される。

【0 1 0 7】

このように、本発明では、T A ノイズが大きい場合、磁気テープの走行方向に応じて、異なる線記録密度で記録するので、走行方向による波形等化後のSDNRの差を改善することができる。また、磁気テープの走行方向に応じて、異なる記録電流で記録するので、記録再生信号の強度 T A A と空間分解能 P W 5 0 を最適な値にすることができる。

【0 1 0 8】

なお、上述の処理では、記録信号の線記録密度を磁気テープの走行方向に応じて変化させる方法として、記録信号のクロック周波数を変える方法を用いたが、信号のクロック周波数は変えずに磁気テープと記録ヘッドの相対速度を変える方法を用いてもよい。

【0 1 0 9】

この場合、記録再生コントローラ 1 3 は、磁気テープの移送方向が順方向の場合、磁気テープの移送速度を、逆方向の場合より速くすればよい。この方法を用いた場合、磁気テープの移送方向が順方向の場合と逆方向の場合で、記録再生時におけるデータ転送速度を一定とすることができる。

【0 1 1 0】

ところで、図 1 7 と図 2 0、図 1 8 と図 2 1、および図 1 9 と図 2 2 を比較すると、順方向より逆方向で記録される方が、記録電流 I_w を小さくしているが、両方の孤立再生波形には違いがある。即ち、順方向での孤立再生波形は、パルス波形の立ち上がりがなだらかで、立下りが急峻な波形であるのに対して、逆方向での孤立再生波形は、立ち上がりが急峻で、立下りがなだらかな波形である。し

たがって、再生する場合の条件も、走行方向によって変える必要がある。

【 0 1 1 1 】

デジタルデータを検出するための波形等化器について説明する。波形等化器特性 $E_q(f)$ は、磁気記録チャンネルの伝達関数 $G(f)$ と等化目標 $T(f)$ を用いて以下の式で表される。

$$E_q(f) = T(f) / G(f) \cdots (1)$$

なお、伝達関数 $G(f)$ は、磁気テープの走行方向に依存する。

【 0 1 1 2 】

検証時における伝達関数 $G(f)$ 、等化器特性 $E_q(f)$ 、および等化目標 $T(f)$ の振幅の周波数特性を図 2 5 と図 2 6 に示す。図 2 5 には、順方向の伝達関数 $G_f(f)$ 、等化方式として $PR1$ と $PR4$ を用いた場合の等化目標 $T_f(f)$ 、各等化目標 $T_f(f)$ に対する波形等化器 $E_{qf}(f)$ の振幅特性が、図 2 6 には、逆方向の伝達関数 $G_r(f)$ 、等化方式として $PR1$ と $PR4$ を用いた場合の等化目標 $T_r(f)$ 、各等化目標 $T_r(f)$ に対する波形等化器 $E_{qr}(f)$ の振幅特性が、それぞれ示されている。

【 0 1 1 3 】

順方向と逆方向で同じ等化目標 $T(f)$ ($T_f(f) = T_r(f)$) にした場合、順方向の伝達関数 $G_f(f)$ の振幅と逆方向の伝達関数の $G_r(f)$ 振幅を比較すると、逆方向の伝達関数 $G_r(f)$ の高域側の振幅が、順方向に比べて低くなっている。即ち、逆方向の波形等化器特性 $E_{qr}(f)$ は、高域側で、順方向に比べて高くなっている。

【 0 1 1 4 】

伝達関数 $G(f)$ 、等化器特性 $E_q(f)$ 、および等化目標 $T(f)$ の位相の周波数特性を図 2 7 と図 2 8 に示す。図 2 7 には、順方向の伝達関数 $G_f(f)$ 、等化目標 $T_f(f)$ 、および波形等化器特性 $E_{qf}(f)$ の位相特性が、図 2 8 には逆方向の伝達関数 $G_r(f)$ 、等化目標 $T_r(f)$ 、および波形等化器特性 $E_{qr}(f)$ の位相特性が、それぞれ示されている。

【 0 1 1 5 】

順方向と逆方向で同じ等化目標 $T(f)$ ($T_f(f) = T_r(f)$) にした場

合、順方向の伝達関数 $G_f(f)$ の位相と逆方向の伝達関数 $G_r(f)$ の位相を比較すると、順方向の伝達関数 $G_f(f)$ が +105 度程度であるのに対して、逆方向の伝達関数 $G_r(f)$ は +60 度程度となっている。即ち、順方向の波形等化器特性 $E_{qf}(f)$ の位相は -105 度程度、逆方向の波形等化器特性 $E_{qr}(f)$ の位相は -60 度程度となる。

【0 1 1 6】

このように、順方向時における波形等化器特性 $E_{qf}(f)$ をそのまま逆方向に用いると、逆方向での等化誤差が大きくなり、記録再生の信頼性が維持できなくなる。したがって、図 1 に示されるように、テープストリーマ 1 の順方向用アナログ等化器 3 2 a と逆方向用アナログ等化器 3 2 b には、周波数特性を等化するための周波数特性補正回路 5 1 a, 5 1 b の他に、位相特性を等化するための位相特性補正回路 5 2 a, 5 2 b が設けられ、順方向の伝達関数 $G_f(f)$ と逆方向の伝達関数 $G_r(f)$ のそれぞれに応じて、振幅と位相に関して、最適な波形等化器特性 $E_{qf}(f)$ 、波形等化器特性 $E_{qr}(f)$ をもつように位相周波数特性が設定されている。

【0 1 1 7】

即ち、いまの場合、位相特性補正回路 5 2 a は、図 2 7 と図 2 8 に示されるような全帯域で、約 -105 度の位相特性を有しており、位相特性補正回路 5 2 b は、約 -60 度の位相特性を有している。

【0 1 1 8】

次に、TA ノイズが充分小さい場合（例えば、再生ヘッドとして TA ノイズが小さい MR ヘッドが用いられるか、または MIG ヘッドが用いられる場合）において、テープストリーマ 1 が磁気テープを再生する処理について、図 2 9 のフローチャートを参照して説明する。

【0 1 1 9】

ステップ S 4 1 において、記録再生コントローラ 1 3 は、再生ヘッドに磁気テープから信号を再生させる。ステップ S 4 2 において、記録再生コントローラ 1 3 は、磁気テープの移送方向が順方向であるか否かを判定する。磁気テープの移送方向が順方向であると判定された場合、記録再生コントローラ 1 3 は、処理を

ステップ S 4 3 に進め、再生信号を再生アンプ 1 1 b と VGA 3 1 で増幅させた後、順方向用アナログ等化器 3 2 a の周波数特性補正回路 5 1 a に供給して、周波数特性を等化させる。再生信号は、例えば、P R 4 の等化方式で等化される。ステップ S 4 4 において、記録再生コントローラ 1 3 は、再生信号を順方向用の位相特性補正回路 5 2 a に供給し、位相特性を等化させる。例えば、再生信号は、図 2 7 に示されるような全帯域で、約 - 1 1 5 度の位相特性で等化される。

【 0 1 2 0 】

ステップ S 4 5 において、順方向用アナログ等化器 3 2 a で等化された再生信号は、ADC 3 4 で A/D 変換される。ステップ S 4 6 において、記録再生コントローラ 1 3 は、A/D 変換され、アダプティブ FIR フィルタ 3 5 にてデジタル等化された再生波形を、順方向用シーケンス検出器 3 6 a に供給し、記録シーケンスを検出させる。ステップ S 4 7 において、順方向用シーケンス検出器 3 6 a からの出力は、順方向用エンコーダ / デコーダ 3 7 a に供給され、順方向の等化方式用にデコードされる。例えば、いまの場合、P R 4 の等化方式用にデコードされる。

【 0 1 2 1 】

ステップ S 4 2 において、磁気テープの移送方向が順方向ではない（逆方向である）と判定された場合、記録再生コントローラ 1 3 は、処理をステップ S 4 8 に進め、再生信号を逆方向用アナログ等化器 3 2 b の周波数特性補正回路 5 1 b に供給して、周波数特性を等化させる。例えば、再生信号は、P R 1 の等化方式で等化される。ステップ S 4 9 において、記録再生コントローラ 1 3 は、再生信号を逆方向用の位相特性補正回路 5 2 b に送信し、位相特性を等化させる。例えば、再生信号は、図 2 8 に示されるような全帯域で、約 - 6 0 度の位相特性で等化される。

【 0 1 2 2 】

ステップ S 5 0 において、逆方向用アナログ等化器 3 2 b で等化された再生信号は、ADC 3 4 で A/D 変換される。ステップ S 5 1 において、記録再生コントローラ 1 3 は、A/D 変換され、アダプティブ FIR フィルタ 3 5 から出力された信号を、逆方向用シーケンス検出器 3 6 b に送信し、記録シーケンスを検出させる。ステップ S 5 2 において、逆方向用シーケンス検出器 3 6 b からの出力は、逆方向用

エンコーダ／デコーダ 3 7 b に供給され、逆方向の等化方式用にデコードされる。例えば、いまの場合、P R 1 の等化方式用にデコードされる。

【 0 1 2 3 】

次に、T A ノイズが大きい場合（再生ヘッドとして T A ノイズが大きい M R ヘッドが用いられている場合）における磁気テープを再生する処理について、図 3 0 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 6 1 において、記録再生コントローラ 1 3 は、再生ヘッドに磁気テープから信号を再生させる。このとき、磁気テープの走行速度は、記録時に対応する値に設定される。ステップ S 6 2 において、記録再生コントローラ 1 3 は、磁気テープの移送方向が順方向であるか否かを判定する。磁気テープの移送方向が順方向であると判定された場合、記録再生コントローラ 1 3 は、処理をステップ S 6 3 に進め、再生信号を再生アンプ 1 1 b と V G A 3 1 により増幅させた後、順方向用アナログ等化器 3 2 a の周波数特性補正回路 5 1 a に供給して、周波数特性を等化させる。ステップ S 6 4 において、記録再生コントローラ 1 3 は、再生信号を順方向用の位相特性補正回路 5 2 a に供給し、位相特性を等化させる。例えば、再生信号は、図 2 7 に示されるような全帯域で、約 -115 度の位相特性で等化される。

【 0 1 2 5 】

ステップ S 6 2 において、磁気テープの移送方向が順方向ではない（逆方向である）と判定された場合、記録再生コントローラ 1 3 は、処理をステップ S 6 5 に進め、再生信号を逆方向用アナログ等化器 3 2 b の周波数特性補正回路 5 1 b に供給して、周波数特性を等化させる。ステップ S 6 6 において、記録再生コントローラ 1 3 は、再生信号を逆方向用の位相特性補正回路 5 2 b に供給し、位相特性を等化させる。例えば、再生信号は、図 2 8 に示されるような全帯域で、約 -60 度の位相特性で等化される。

【 0 1 2 6 】

ステップ S 6 4 と S 6 6 の処理の後、ステップ S 6 7 において、順方向用アナログ等化器 3 2 a、または逆方向用アナログ等化器 3 2 b で等化された再生信号

は、ADC 3 4 でA/D変換される。

【 0 1 2 7 】

ADC 3 4 の出力は、フェーズエラー部 3 8 に供給され、位相エラーが検出される。VCO 3 9 は、検出された位相エラーに対応する制御電圧で駆動される。VCO 3 9 により生成されたクロックは、ADC 3 4 に供給され、サンプリングに使用される。位相特性補正回路 5 2 a, 5 2 b による位相特性の補正が行われないと、ADC 3 4、VCO 3 9、およびフェーズエラー部 3 8 のPLLによるクロックの抽出が困難となる。本発明では、位相特性が補正されるため、クロック成分を確実に抽出することができる。

【 0 1 2 8 】

ステップ S 6 8 において、A/D変換され、アダプティブFIRフィルタ 3 5 から出力された信号は、順方向用シーケンス検出器 3 6 a、または逆方向用シーケンス検出器 3 6 b に送信され、記録シーケンスが検出される。ステップ S 6 9 において、順方向用シーケンス検出器 3 6 a、または逆方向用シーケンス検出器 3 6 b からの出力は、順方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 a、または逆方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 b に送信され、例えば、P R 4 の等化方式用にデコードされる。

【 0 1 2 9 】

なお、上述の説明では、T A ノイズが大きい（再生ヘッドに T A ノイズが大きいMRヘッドを用いる）場合も、順方向用シーケンス検出器 3 6 a と逆方向用シーケンス検出器 3 6 b を設けたが、T A ノイズが大きい場合は、等化方式を変える必要がないので、順方向用シーケンス検出器 3 6 a と逆方向用シーケンス検出器 3 6 b、順方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 a と逆方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 b を共通のシーケンス検出器、エンコーダ／デコーダとしてもよい。

【 0 1 3 0 】

また、上述の説明では、P R 1, P R 4 の等化方式を用いて説明したが、P R 1 の等化方式は、P R 2 等の直流成分を含む等化方式、長波長成分を用いる等化方式、または積分型の等化方式に替えてもよい。同様に、P R 4 の等化方式は、E P R 4、E 2 P R 4 等の直流成分を含まない等化方式、短波長成分を用いる等化方式、または微分型の等化方式に替えてもよい。

【 0 1 3 1 】

以上、本発明をテープストリーマに応用した場合を例としたが、本発明は、これに限らず、テープ状の磁気記録媒体に記録再生する装置に適用することができる。

【 0 1 3 2 】

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているテープストリーマ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のテープストリーマなどに、ネットワークや記録媒体からインストールされる。

【 0 1 3 3 】

この記録媒体は、図 1 に示されるように、装置本体とは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されているリムーバブルメモリ 6 2 などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される記録再生コントローラ 1 3 の内部のメモリなどで構成される。

【 0 1 3 4 】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【 0 1 3 5 】

また、以上、本発明の好適な一実施の形態を例に挙げて説明を行ったが、本発明は上記実施の形態に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術思想の範囲内において、様々な応用例や変形例に想到することが可能であるが、それらの構成も本発明の範囲に含まれるものと解釈される。

【 0 1 3 6 】**【発明の効果】**

以上のように、本発明によれば、斜め異方性をもつテープ状の磁気記録媒体の両走行方向で、記録再生することができる。またその記録再生の信頼性を高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を適用したテープストリーマの実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】

磁気テープの磁気記録特性を検証する検証装置の構成を示す図である。

【図 3】

磁気テープの構成を示す図である。

【図 4】

磁気テープの構成を示す図である。

【図 5】

磁気テープの構成を示す図である。

【図 6】

記録再生条件を示す図である。

【図 7】

T A ノイズが充分小さい場合におけるSDNRの線記録密度特性を示す図である。

【図 8】

順方向から再生された信号を P R 4 で等化した場合のアイパターンを示す図である。

【図 9】

逆方向から再生された信号を P R 4 で等化した場合のアイパターンを示す図である。

【図 1 0】

T A ノイズが大きい場合におけるSDNRの線記録密度特性を示す図である。

【図 1 1】

順方向から再生された信号を P R 4 で等化した場合のアイパターンを示す図で

ある。

【図 1 2】

逆方向から再生された信号を P R 1 で等化した場合のアイパターンを示す図である。

【図 1 3】

蒸着テープに順方向で信号を記録する例を示す図である。

【図 1 4】

蒸着テープに逆方向で信号を記録する例を示す図である。

【図 1 5】

T A A の記録電流特性を示す図である。

【図 1 6】

P W 5 0 の記録電流特性を示す図である。

【図 1 7】

蒸着テープを順方向で再生した再生波形を示す図である。

【図 1 8】

蒸着テープを順方向で再生した再生波形を示す図である。

【図 1 9】

蒸着テープを順方向で再生した再生波形を示す図である。

【図 2 0】

蒸着テープを逆方向で再生した再生波形を示す図である。

【図 2 1】

蒸着テープを逆方向で再生した再生波形を示す図である。

【図 2 2】

蒸着テープを逆方向で再生した再生波形を示す図である。

【図 2 3】

T A ノイズが充分小さい場合における蒸着テープに信号を記録する処理を説明するフローチャートである。

【図 2 4】

T A ノイズが大きい場合における蒸着テープに信号を記録する処理を説明する

フローチャートである。

【図 2 5】

蒸着テープが順方向から再生された場合の伝達関数、等化目標、および波形等化器特性の振幅の周波数特性を示す図である。

【図 2 6】

蒸着テープが逆方向から再生された場合の伝達関数、等化目標、波形等化器特性の周波数特性を示す図である。

【図 2 7】

蒸着テープが順方向から再生された場合の伝達関数、等化目標、および波形等化器特性の位相の周波数特性を示す図である。

【図 2 8】

蒸着テープが逆方向から再生された場合の伝達関数、等化目標、および波形等化器特性の位相の周波数特性を示す図である。

【図 2 9】

TAノイズが充分小さい場合における蒸着テープを再生する処理を説明するフローチャートである。

【図 3 0】

TAノイズが大きい場合における蒸着テープを再生する処理を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

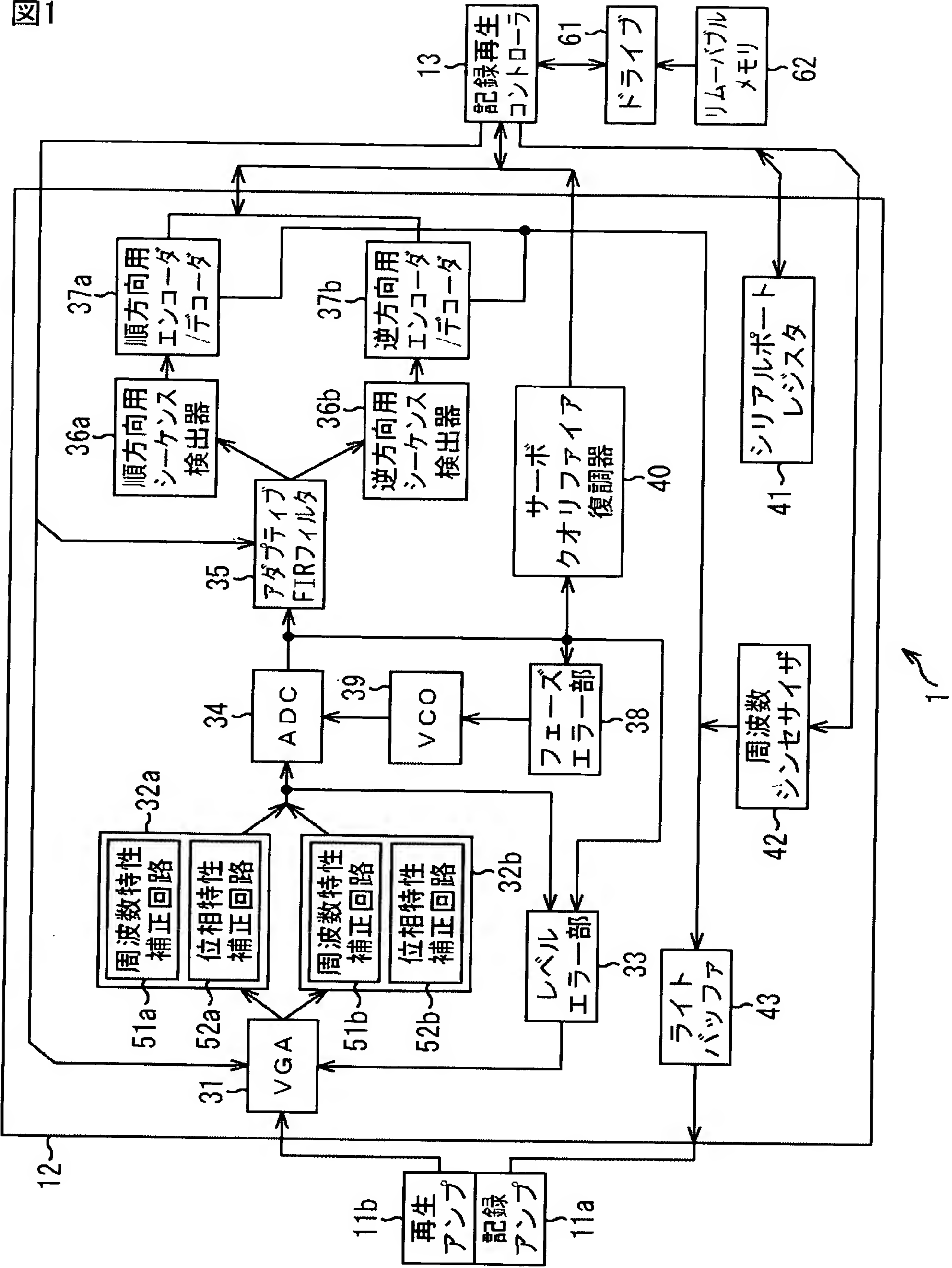
1 テープストリーマ, 1 1 a 再生アンプ, 1 1 b 記録アンプ, 1
2 記録再生回路, 1 3 記録再生コントローラ, 3 1 VGA, 3 2 a
順方向用アナログ等化器, 3 2 b 逆方向用アナログ等化器, 3 3 レベ
ルエラー部, 3 4 ADC, 3 5 アダプティブFIRフィルタ, 3 6 a 順方
向用シーケンス検出器, 3 6 b 逆方向用シーケンス検出器, 3 7 a 順方
向用エンコーダ／デコーダ, 3 7 b 逆方向用エンコーダ／デコーダ, 3 8
フェーズエラー部, 3 9 VCO, 4 0 サーボクオリファイア復調器,
4 1 シリアルポートレジスタ, 4 2 周波数シンセサイザ, 4 3 ライト
バッファ, 5 1 a, 5 1 b 周波数特性補正回路, 5 2 a, 5 2 b 位相特

性補正回路, 7 0 検証装置, 7 1 回転ドラム, 7 2 a 記録ヘッド,
7 2 b 再生ヘッド, 7 2 c 消去ヘッド, 7 3 磁気テープ, 7 4
記録再生コントローラ, 7 5 a 記録アンプ, 7 5 b 再生アンプ, 7 6
任意信号発生器, 7 7 スピンドルドライバ, 8 1 非磁性支持体, 8
2 コバルト系斜方蒸着磁性層, 8 3 乃至 8 6 磁性層

【書類名】 図面

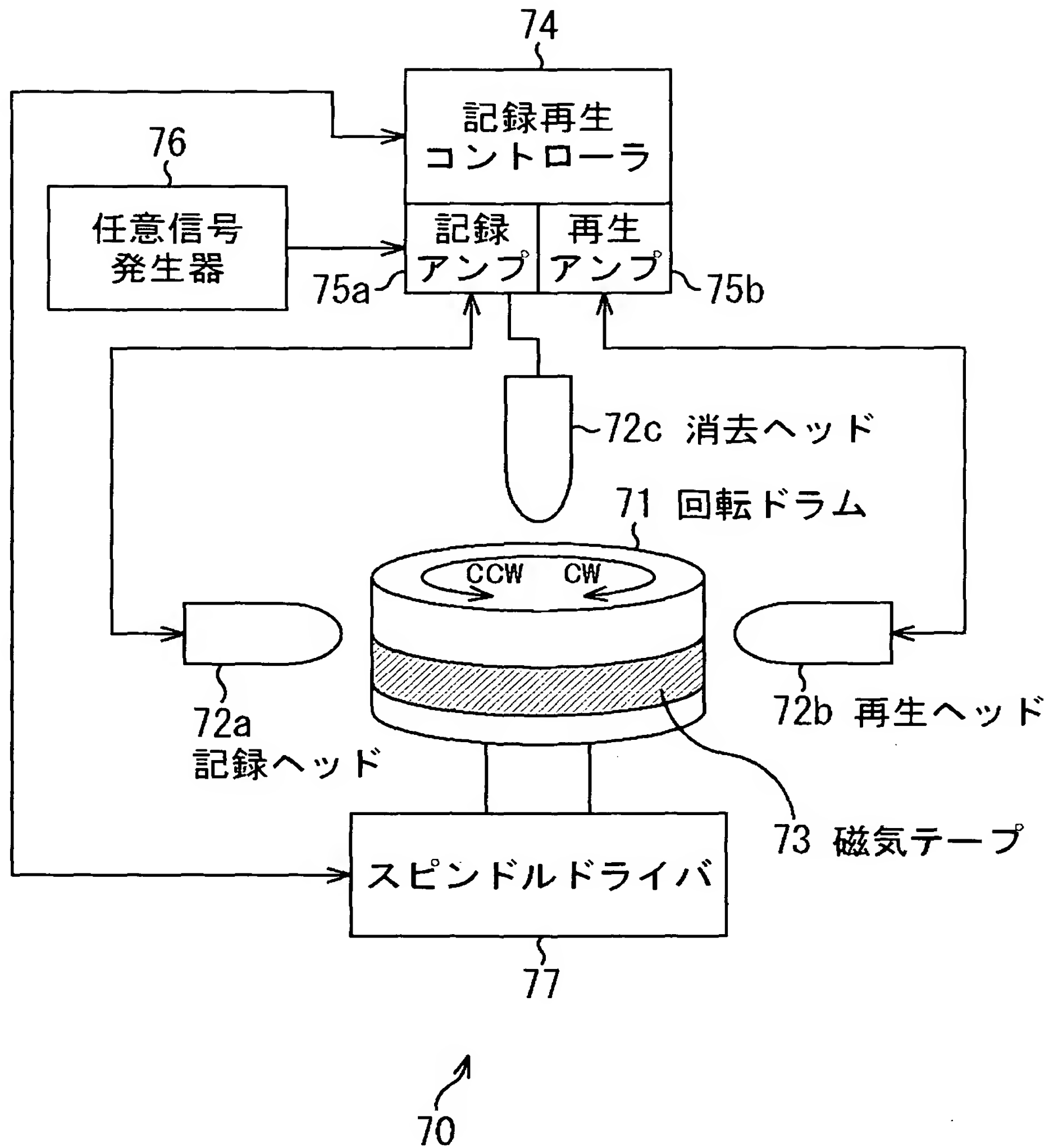
【図 1】

図1



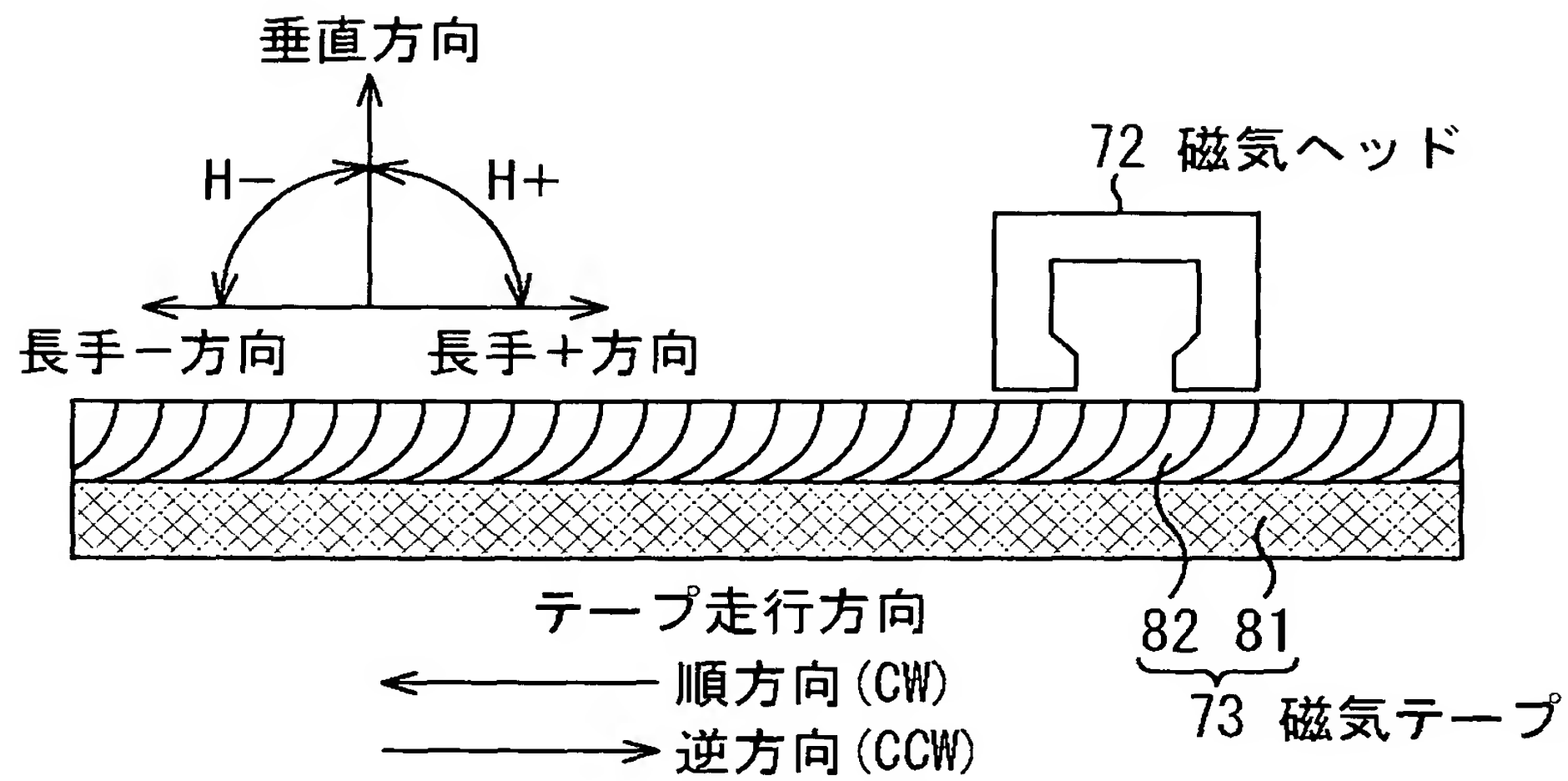
【図 2】

図2



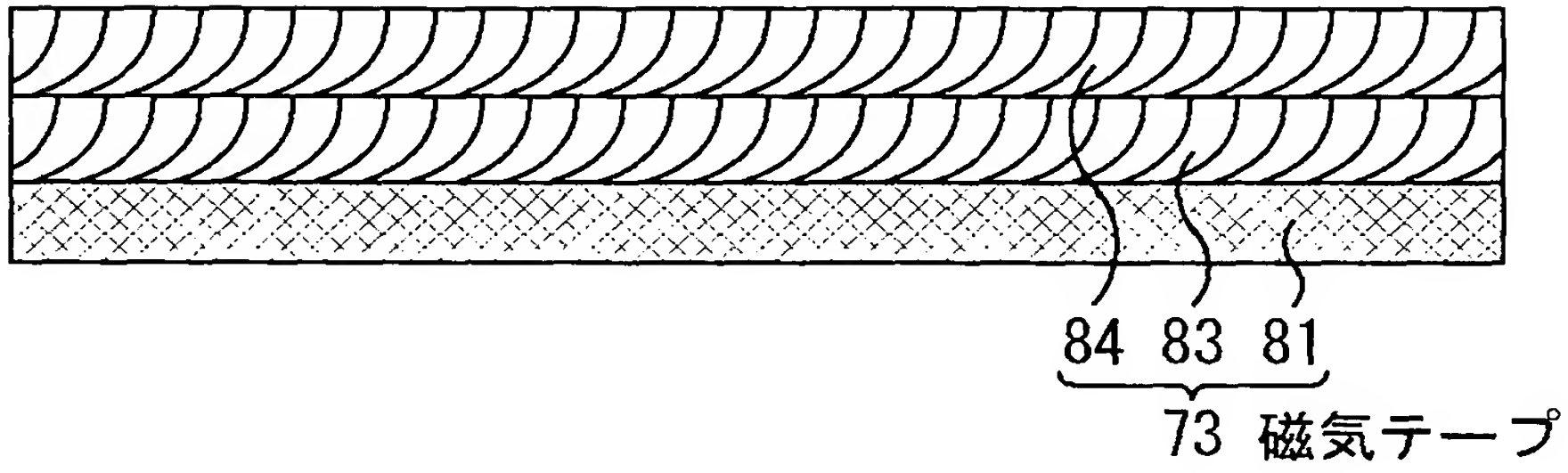
【図 3】

図3



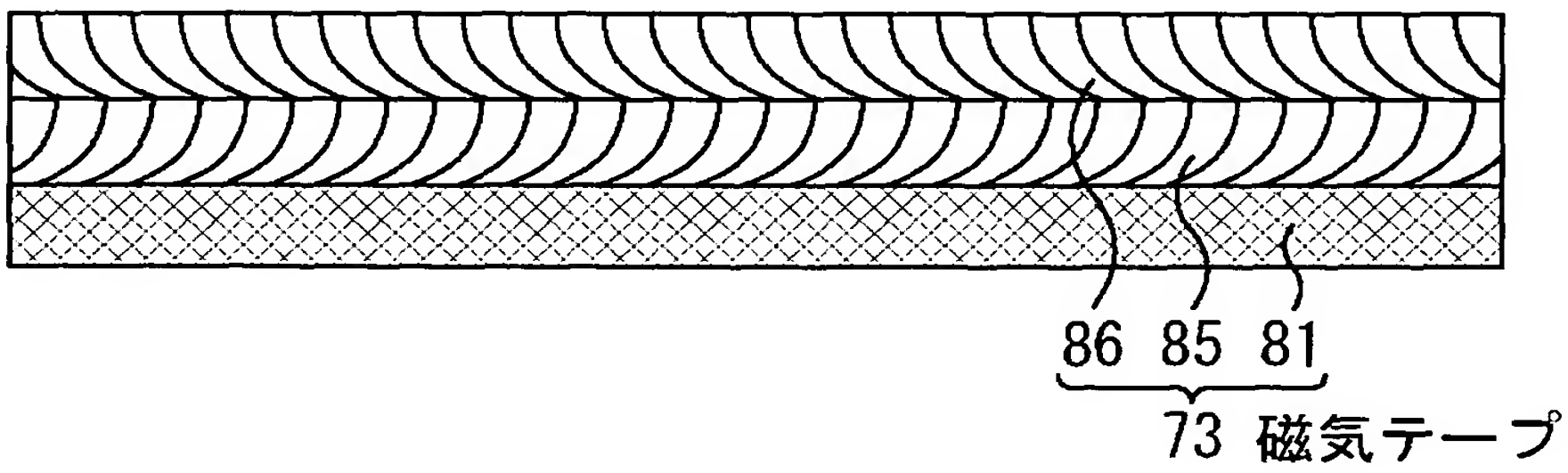
【図 4】

図4



【図 5】

図5



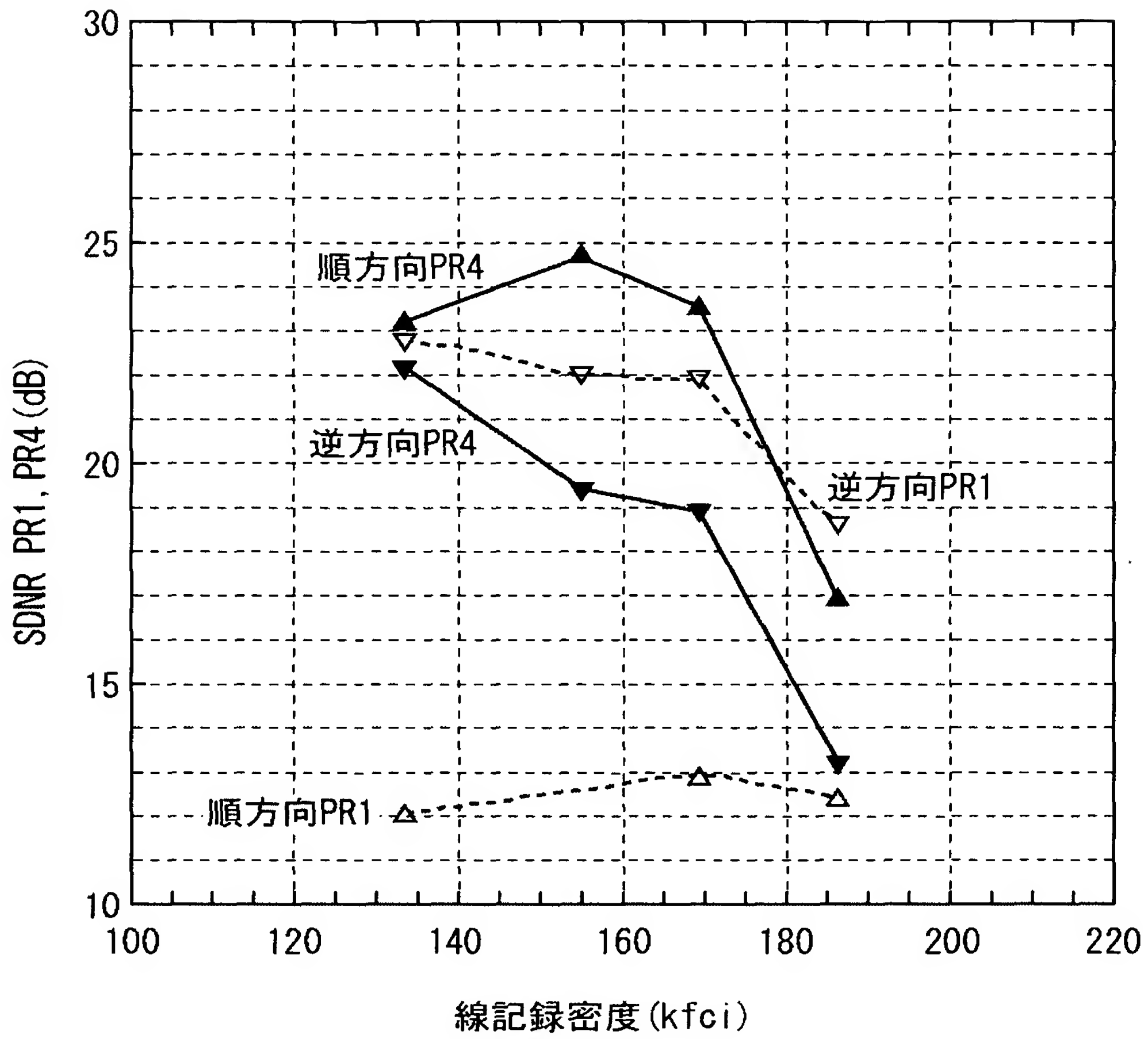
【図 6】

図6

試験環境	常温常湿 (25°C60%RH)
ドラム回転数	1300rpm 正方向 (CW)、逆方向 (CCW)
テープ	薄層コバルト斜め磁気テープ (Hc: 105kA/m, Mr - t: 1.6memu/cc)
記録ヘッド	MIGヘッド (トラック幅: 12μm、有効ギャップ長: 0.21μm)
再生ヘッド	MRヘッド (素子トラック幅: 9μm、シールド間ギャップ長: 0.23μm)
ヘッド/テープ相対速度	6.8m/s
孤立波半値幅 (PW50)、 孤立波出力 (IS TAA) 測定時記録周波数	1MHz

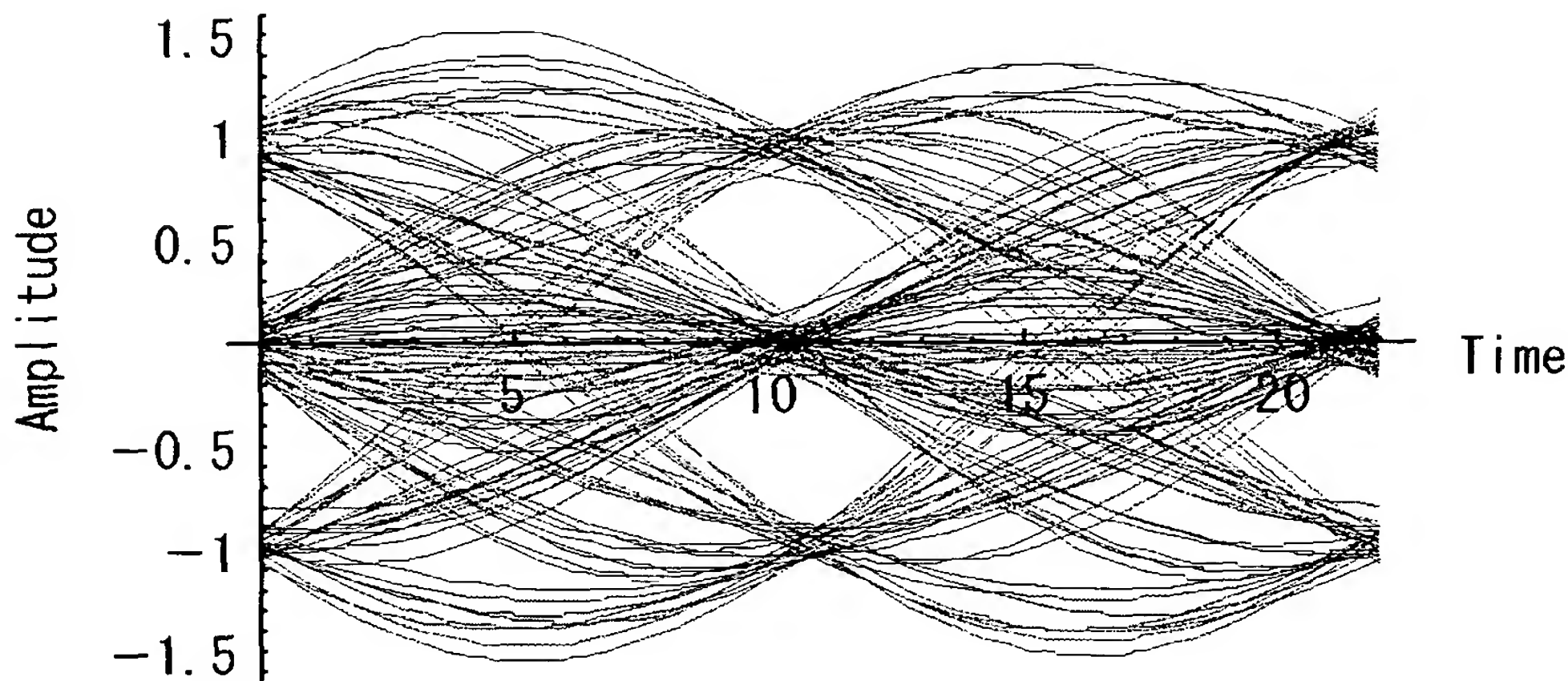
【図 7】

図 7



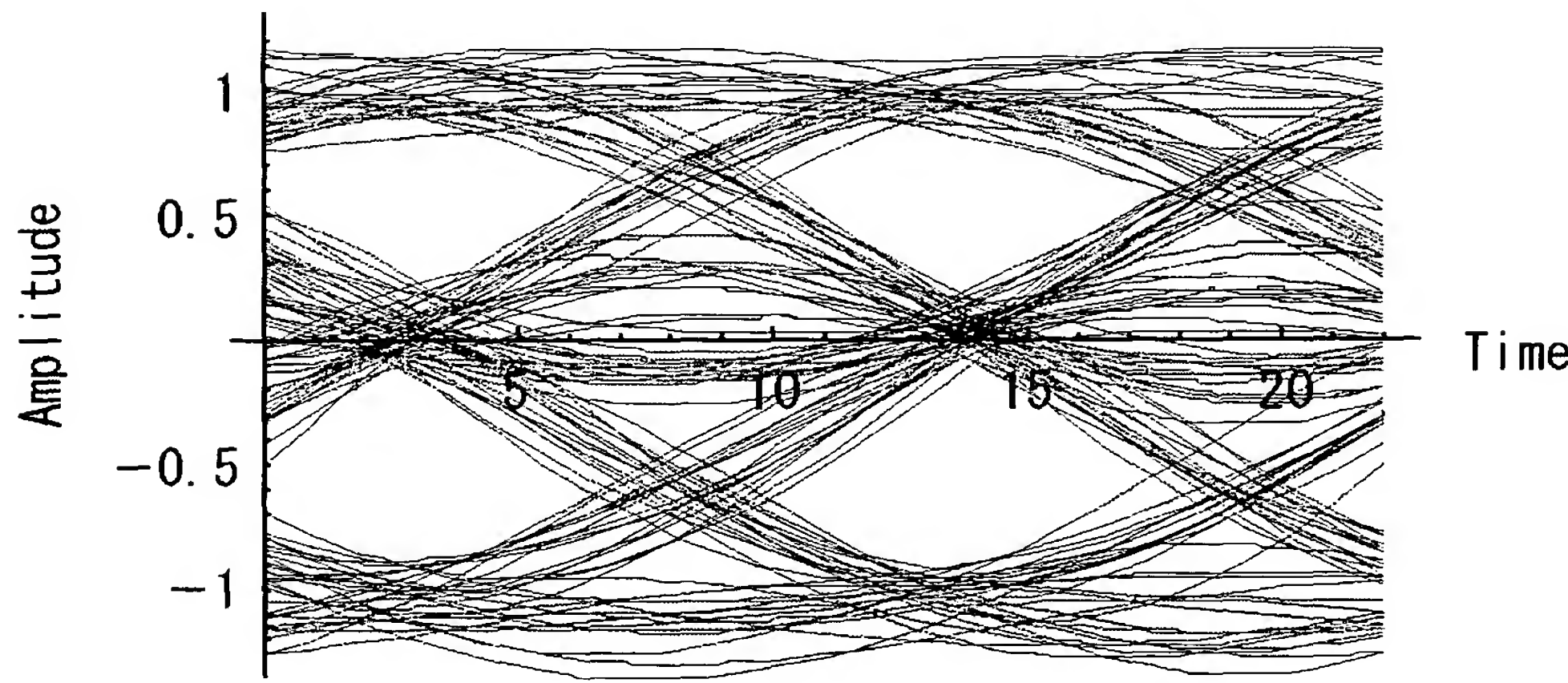
【図 8】

図8 順方向 線記録密度:170kfc i
PR4等化 SDNR:23.7dB



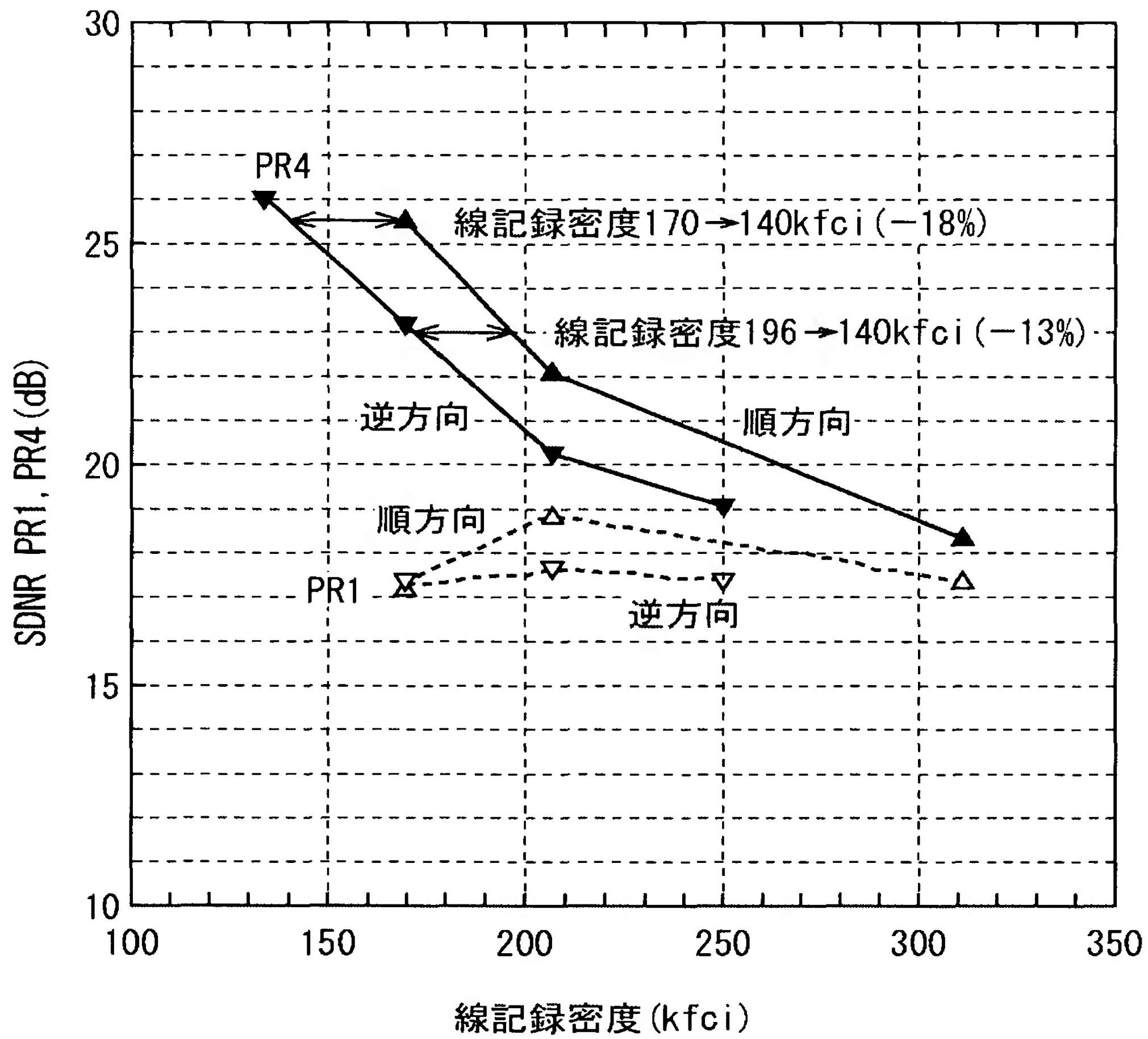
【図 9】

図9 逆方向 線記録密度:170kfc i
PR1等化 SDNR:21.9dB



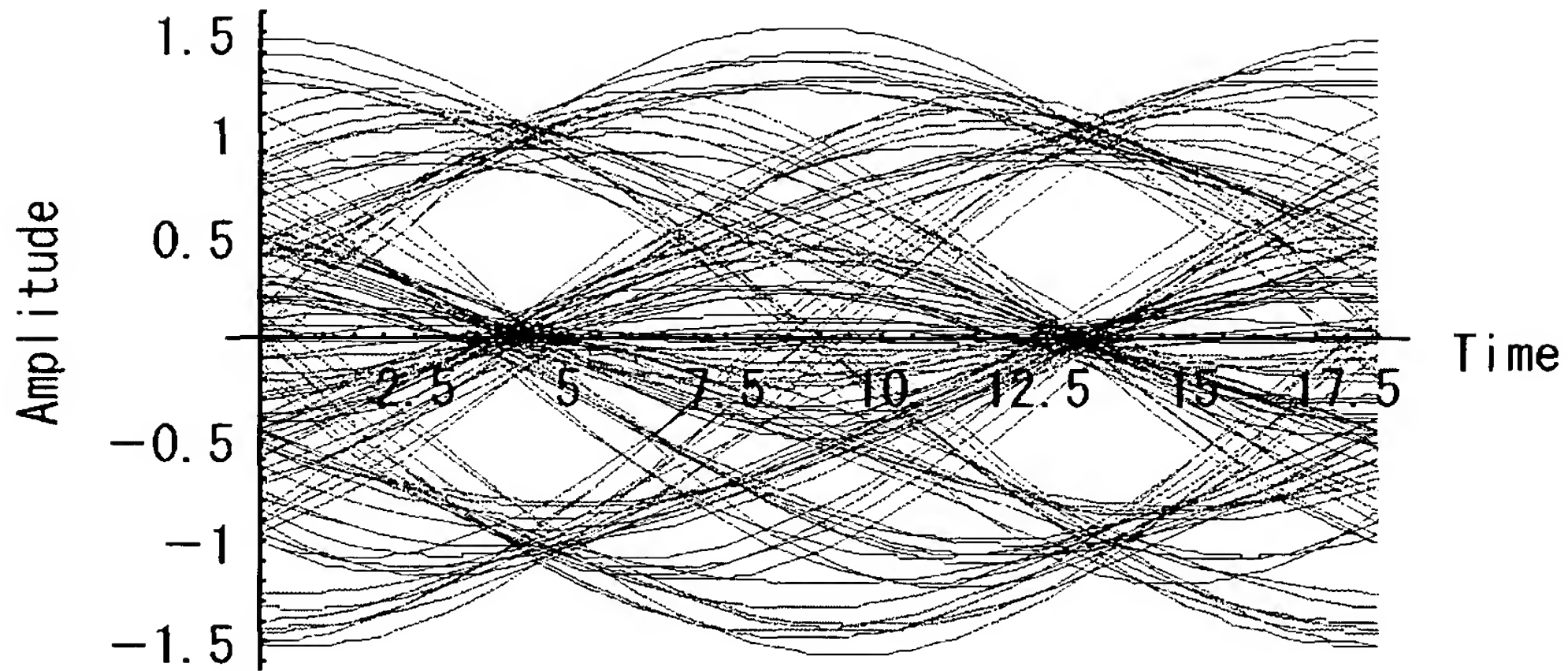
【図 1 0】

図10



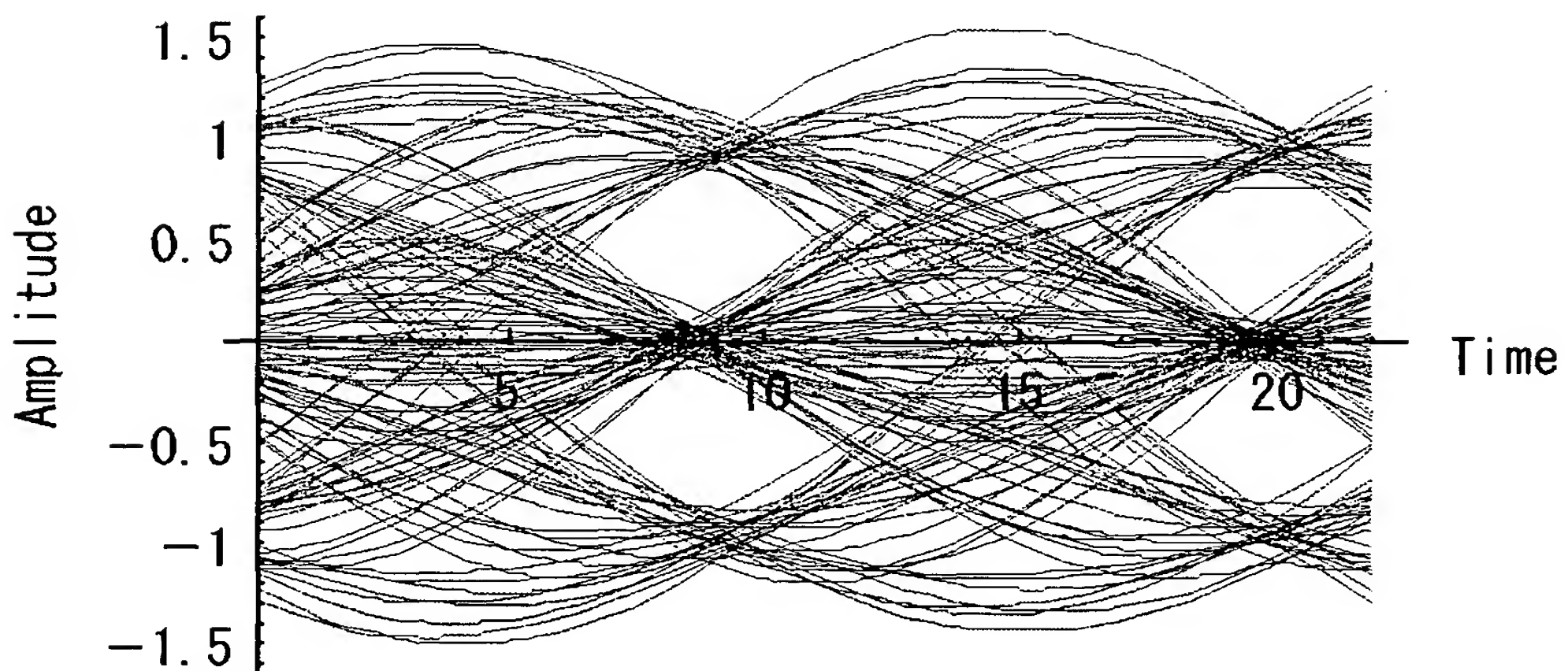
【図 1 1】

図11 順方向 線記録密度:207kfc i
PR4等化 SDNR:22.0dB



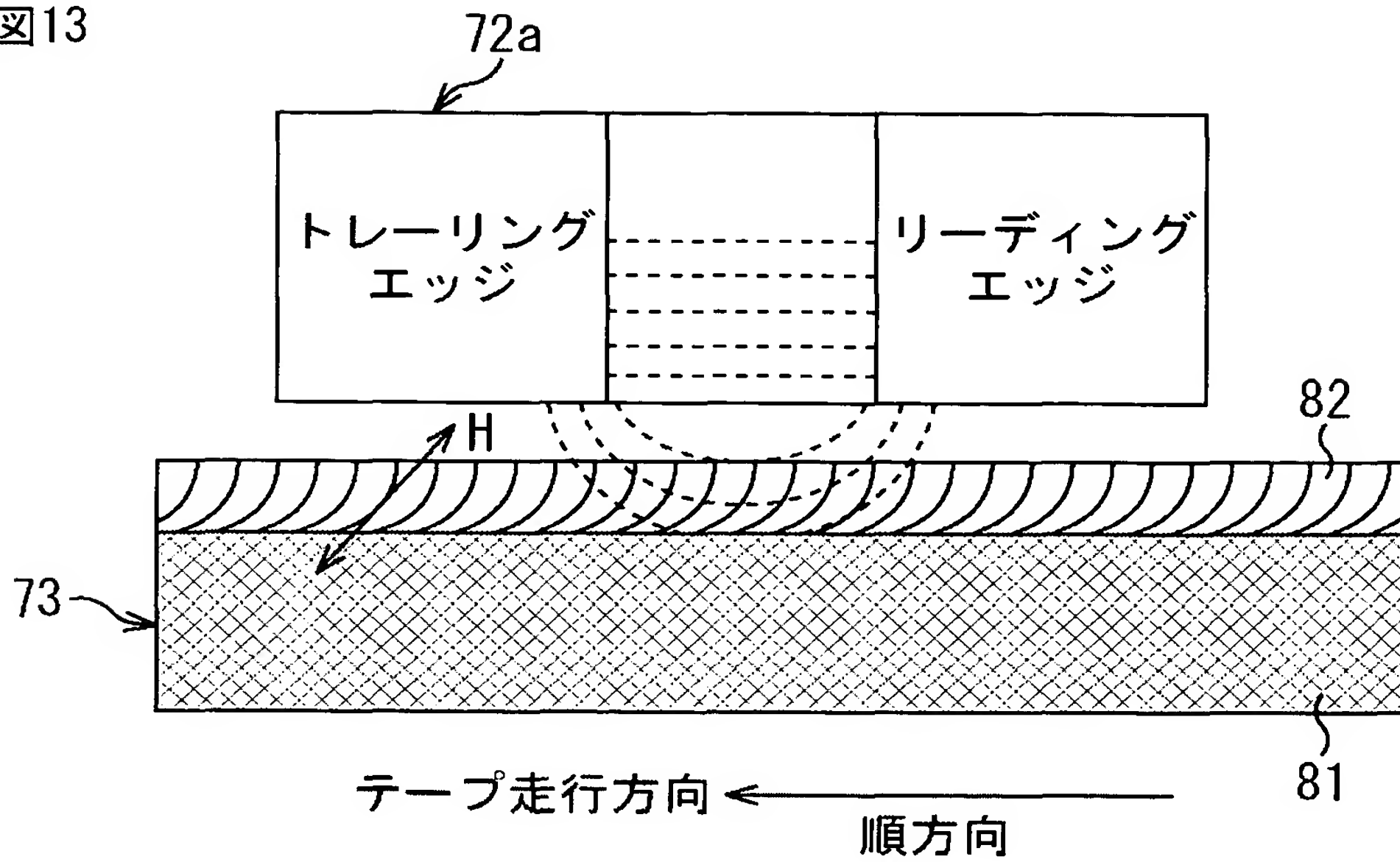
【図 1 2】

図12 逆方向 線記録密度:170kfc i
PR4等化 SDNR:23.1dB



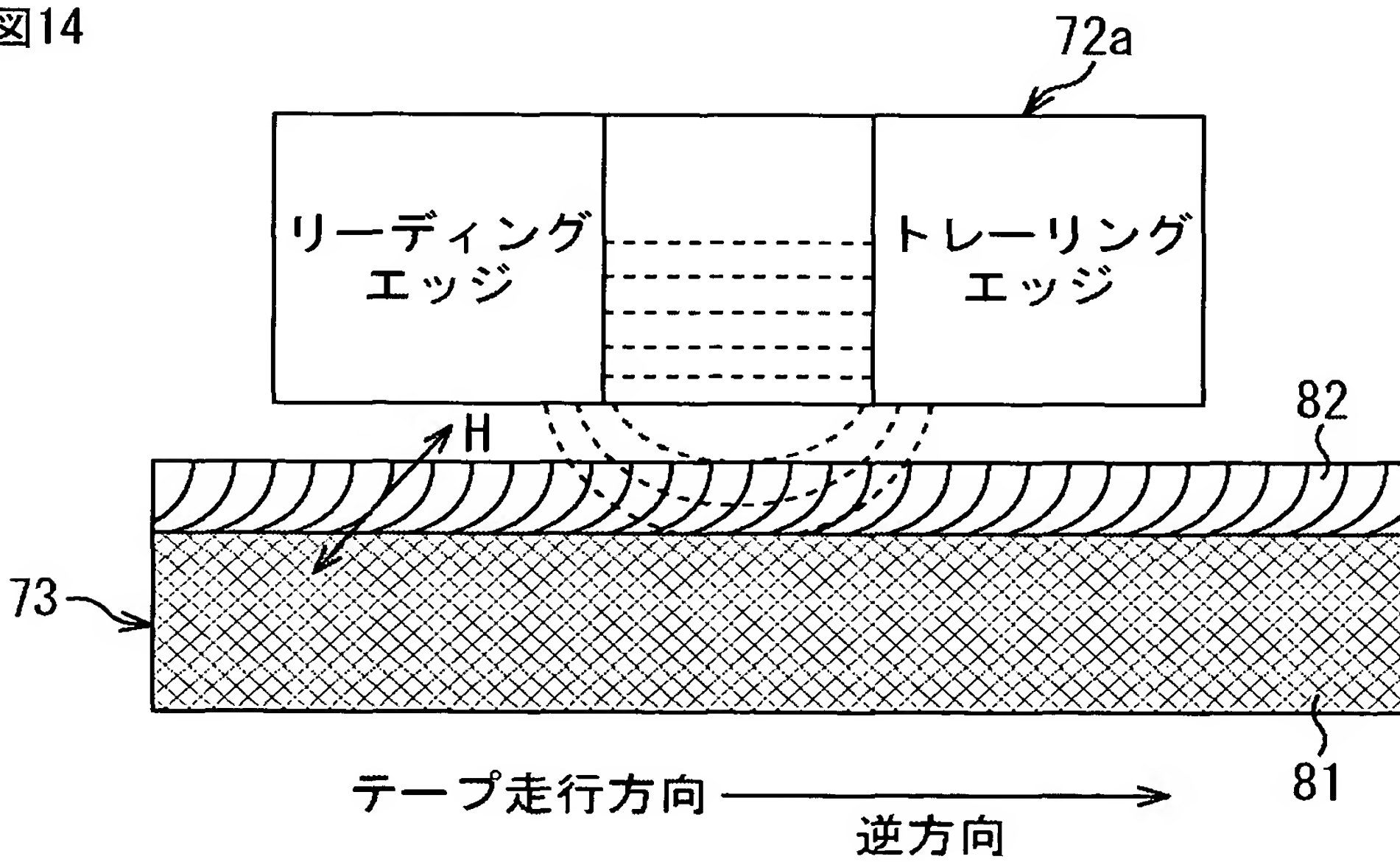
【図 13】

図13



【図 14】

図14



【図 1 5】

図15

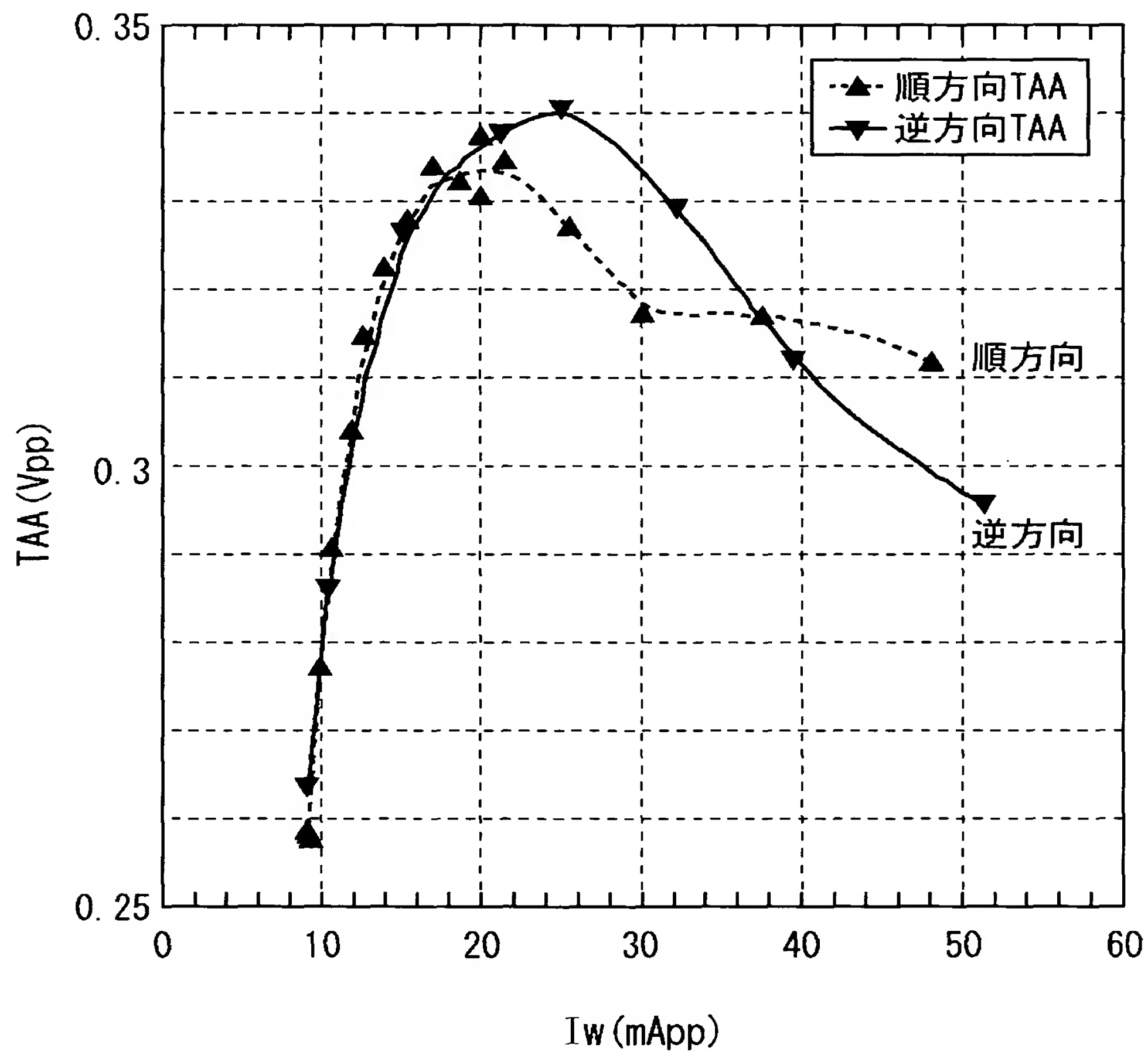
テープ: 薄層コバルト斜め蒸着テープ

記録ヘッド: MIG(トラック幅: $12\mu\text{m}$)

再生ヘッド: MR(素子トラック幅: $9\mu\text{m}$ 、シールド間ギャップ長: $0.23\mu\text{m}$)

ヘッドテープ相対速度: 6.8m/s

記録周波数: 1MHz



【図 1 6】

図16

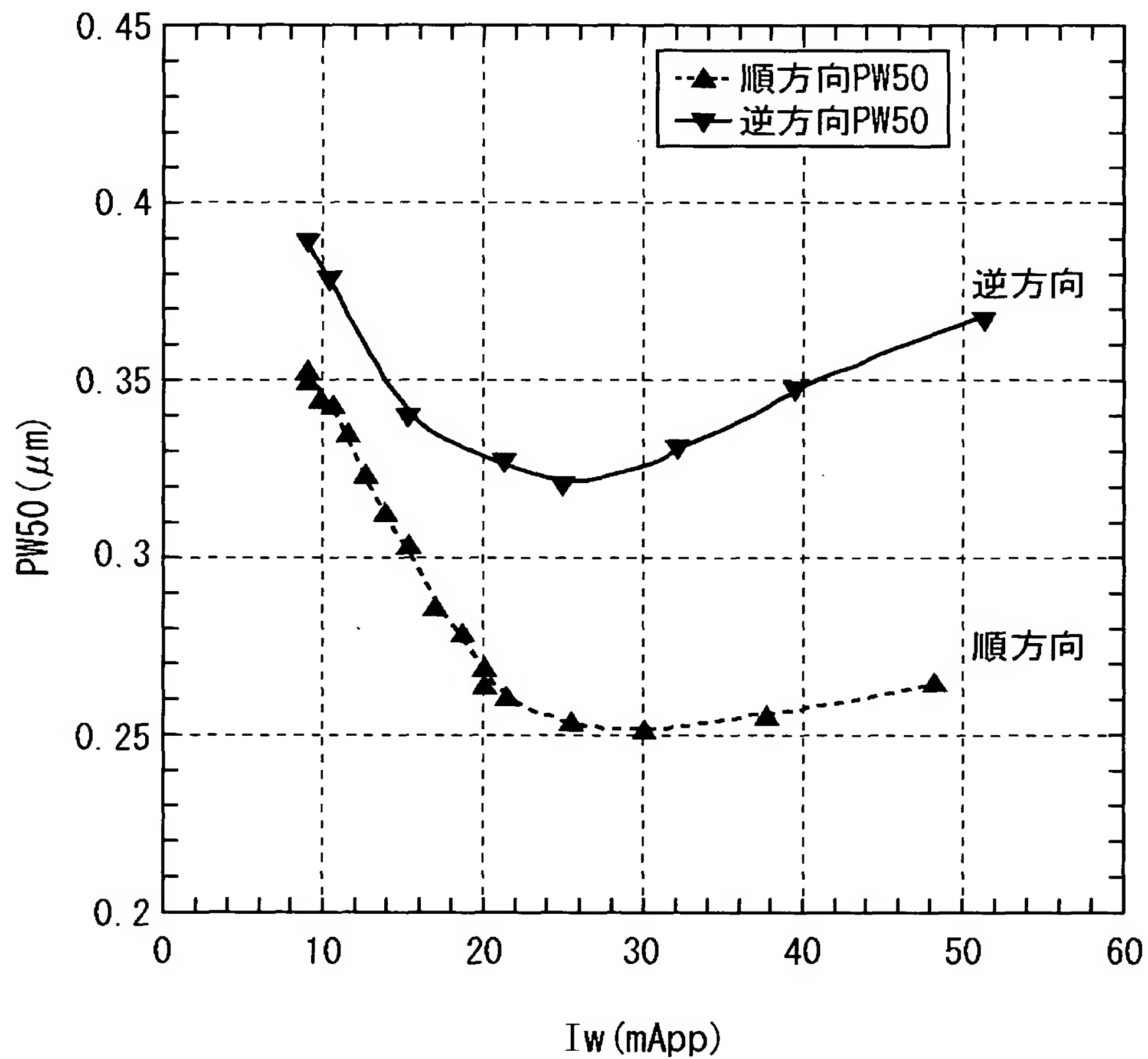
テープ：薄層コバルト斜め蒸着テープ

記録ヘッド：MIG(トラック幅： $12\mu\text{m}$)

再生ヘッド：MR(素子トラック幅： $9\mu\text{m}$ 、シールド間ギャップ長： $0.23\mu\text{m}$)

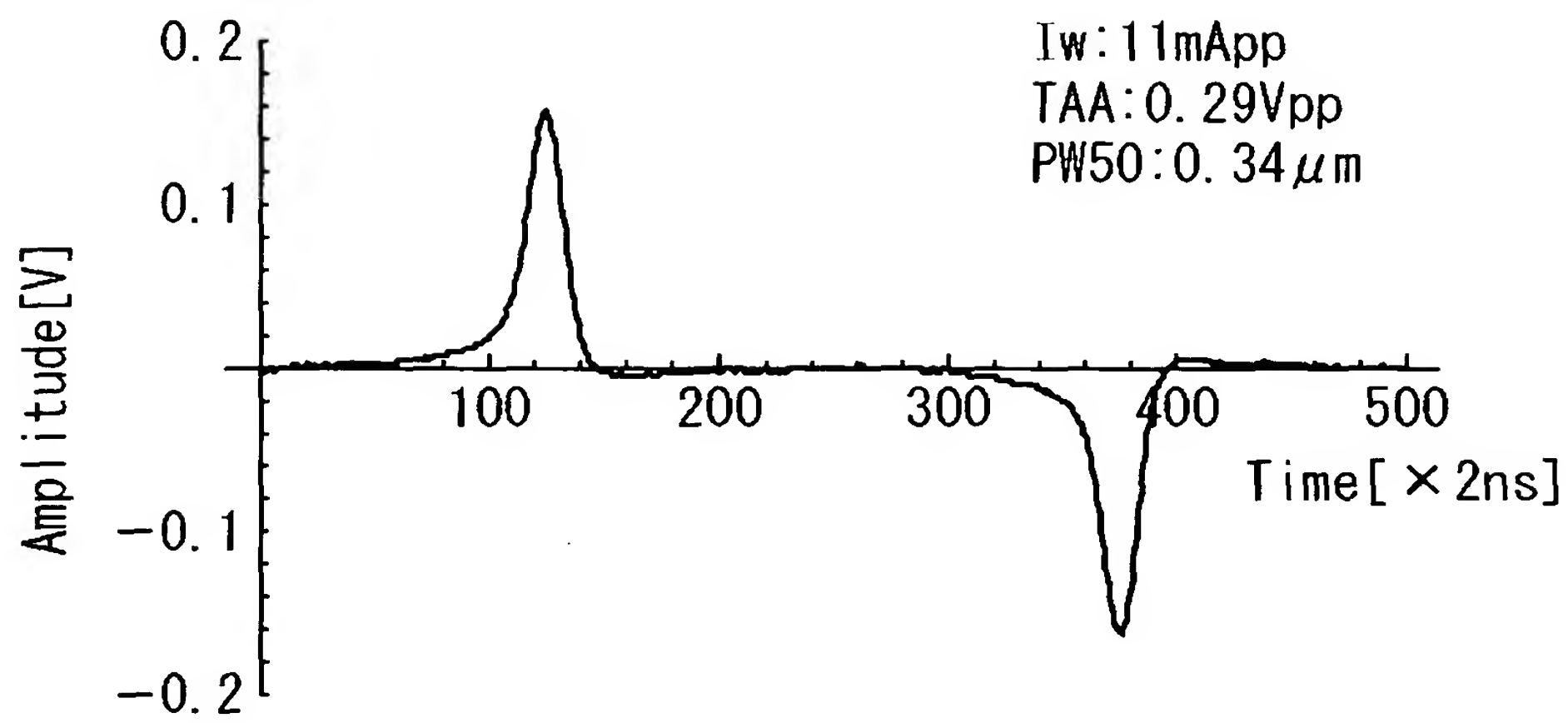
ヘッドテープ相対速度： 6.8m/s

記録周波数： 1MHz



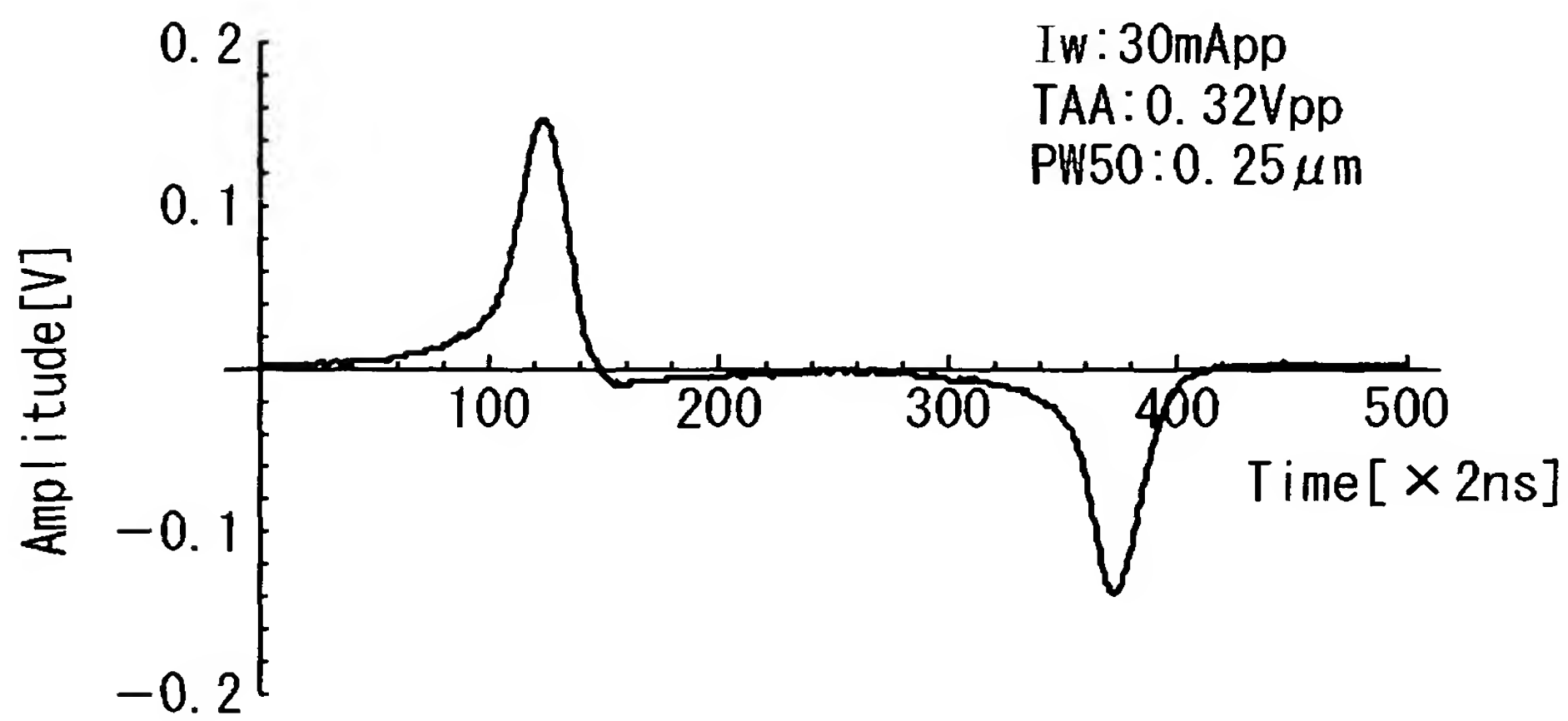
【図 1 7】

図17



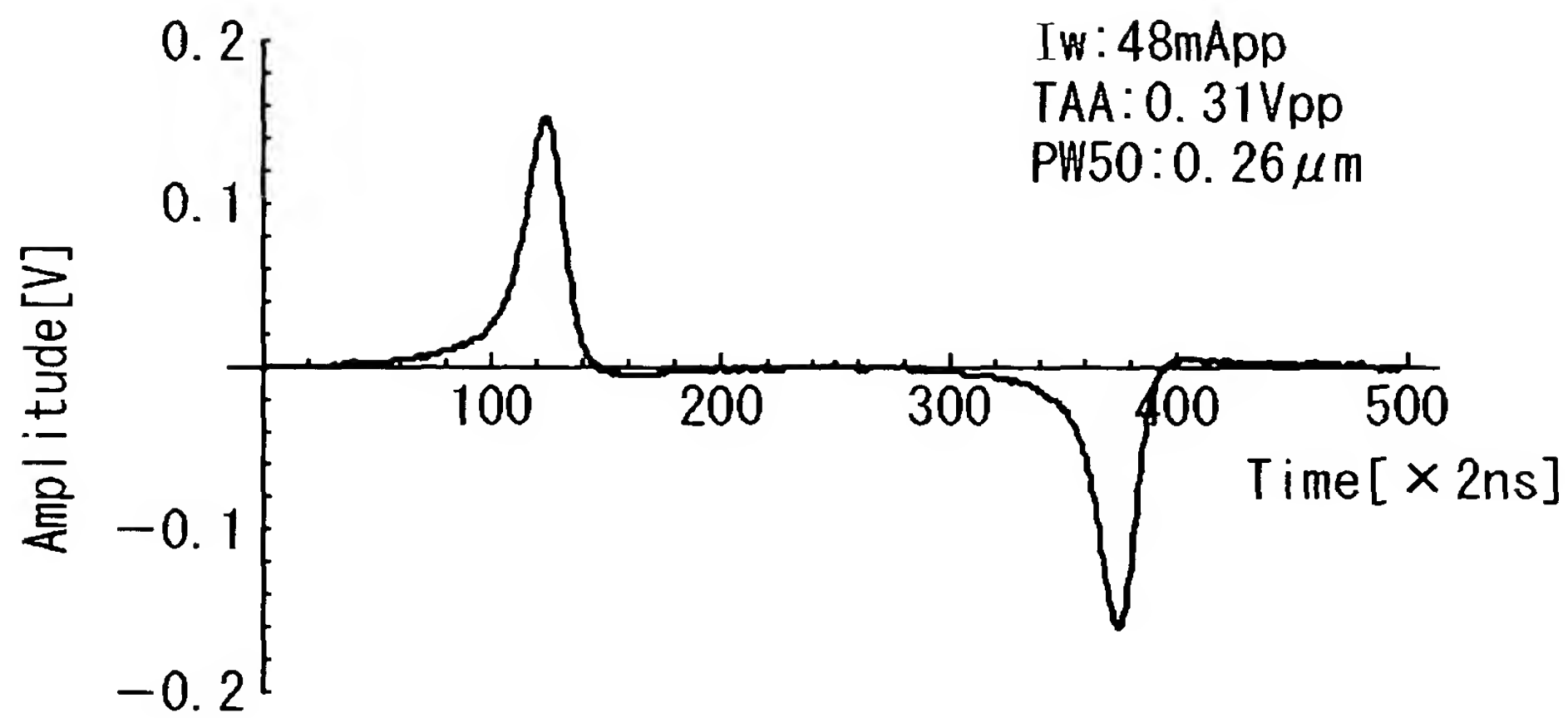
【図 1 8】

図18



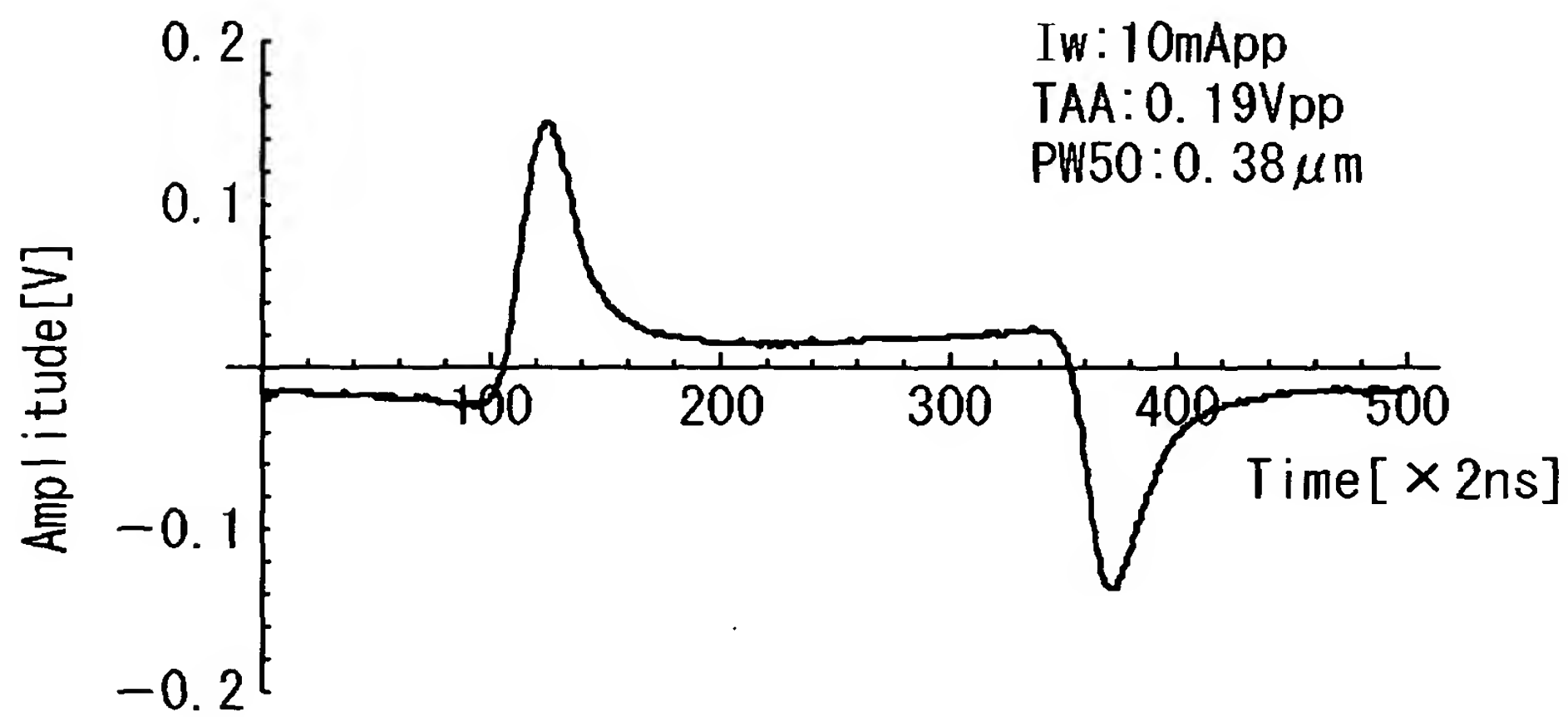
【図 1 9】

図19



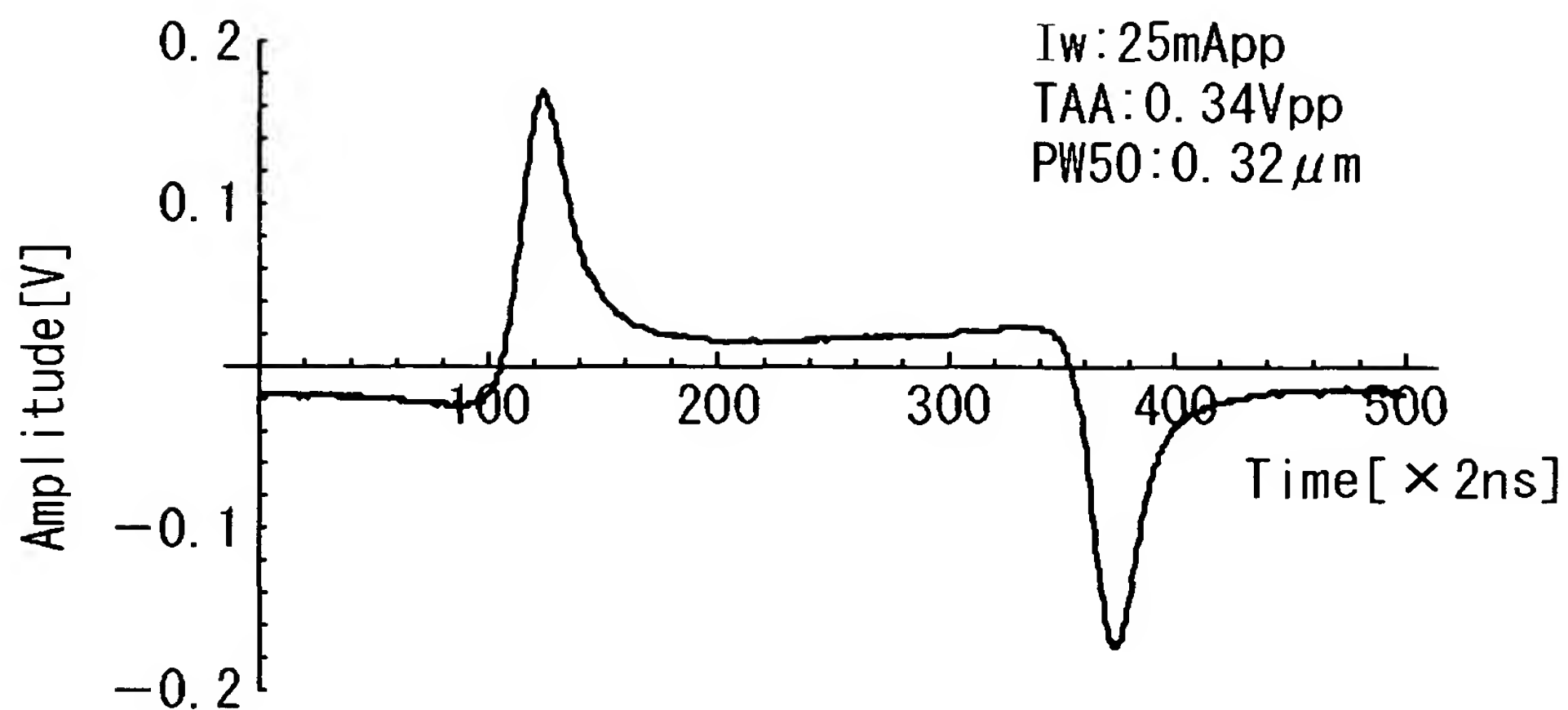
【図 2 0】

図20



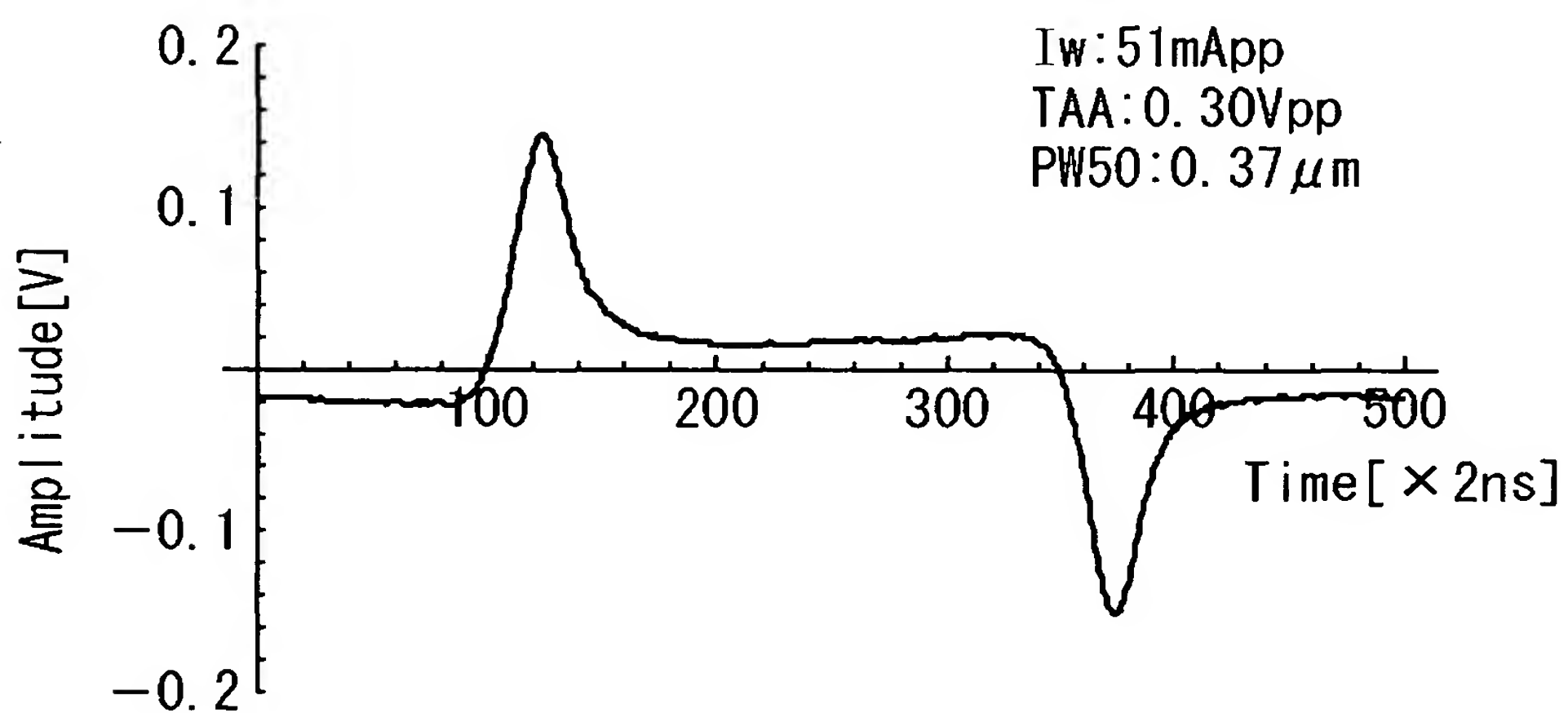
【図 2 1】

図21



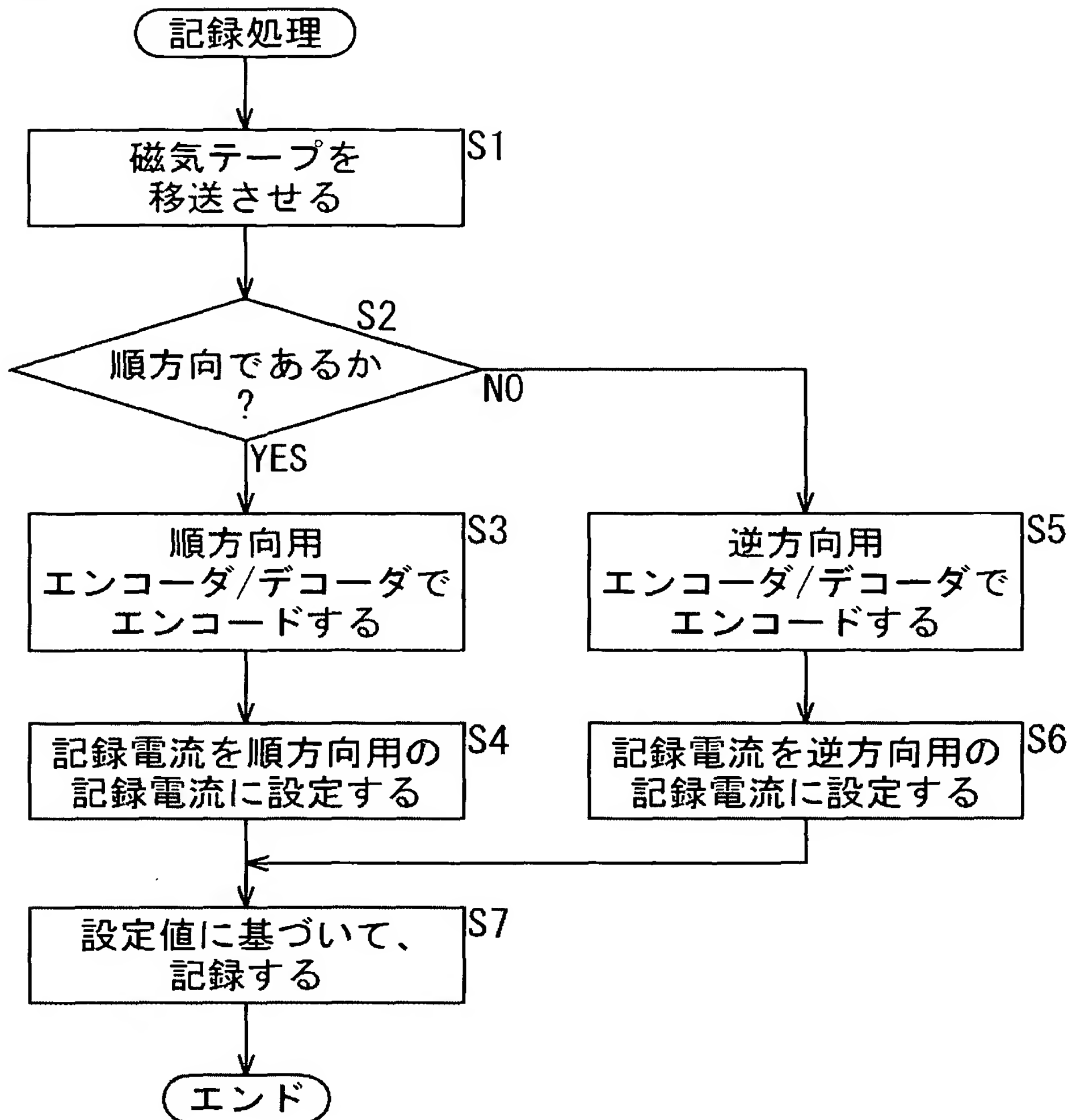
【図 2 2】

図22



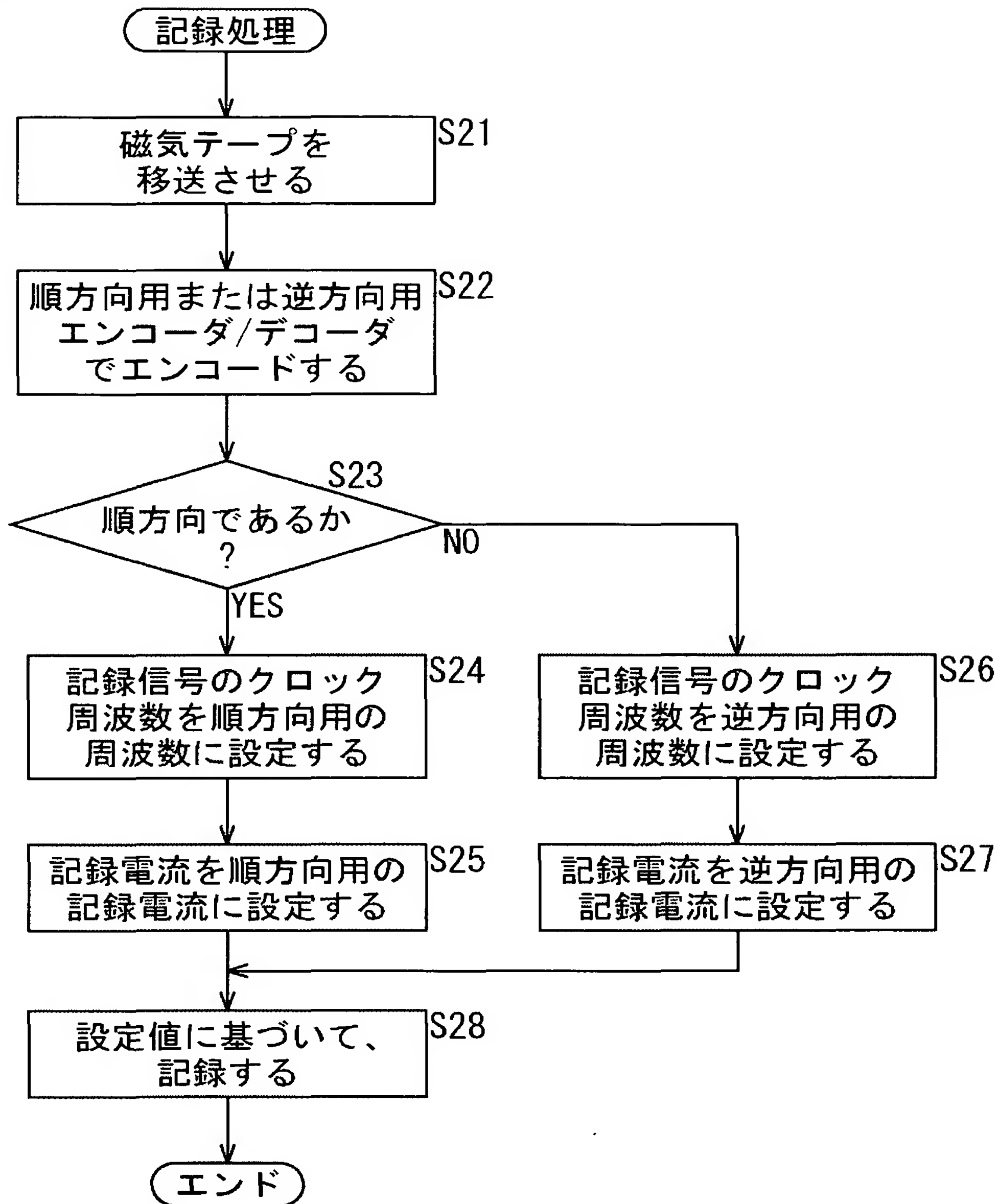
【図 23】

図23



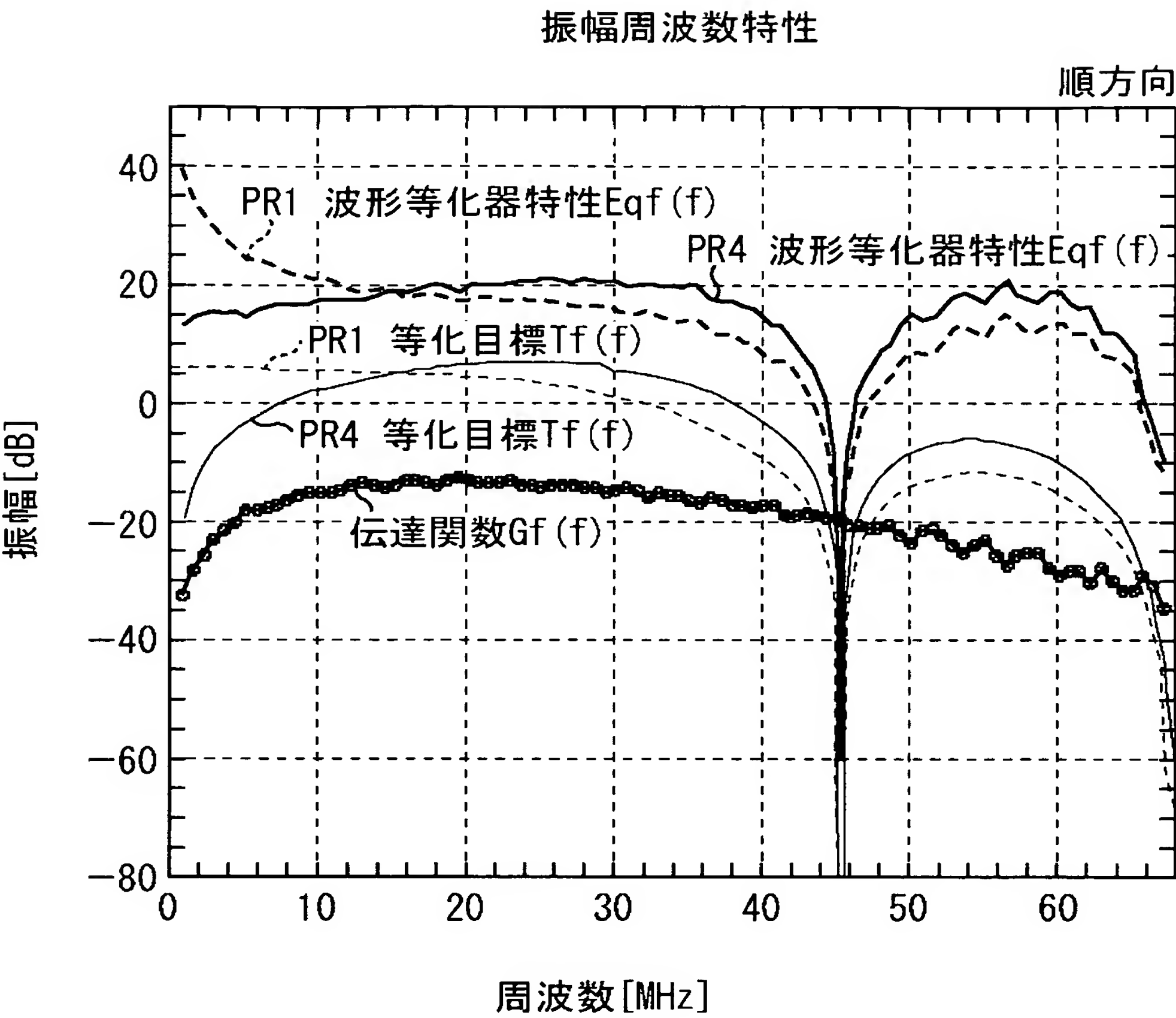
【図 24】

図24



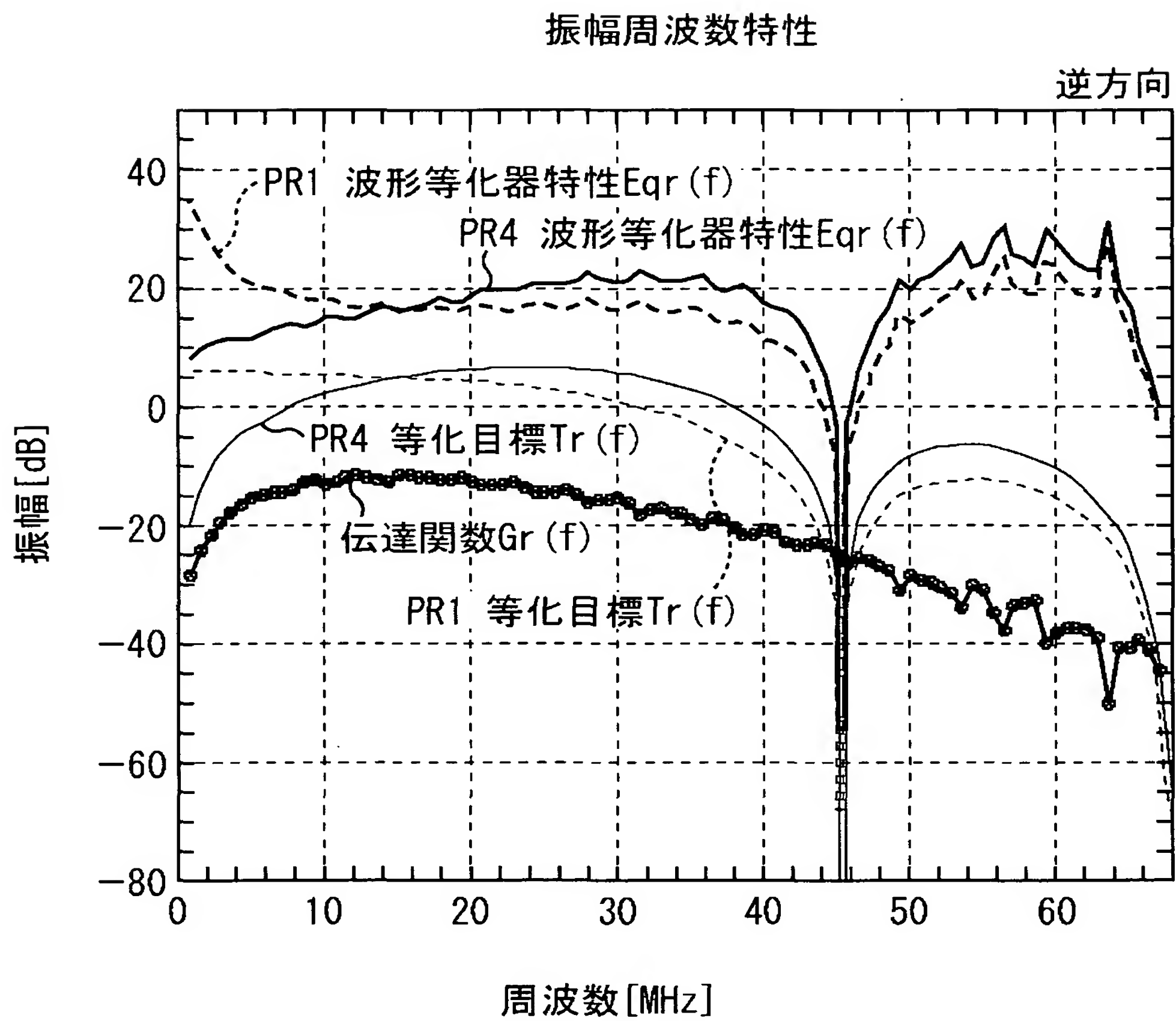
【図 2 5】

図25



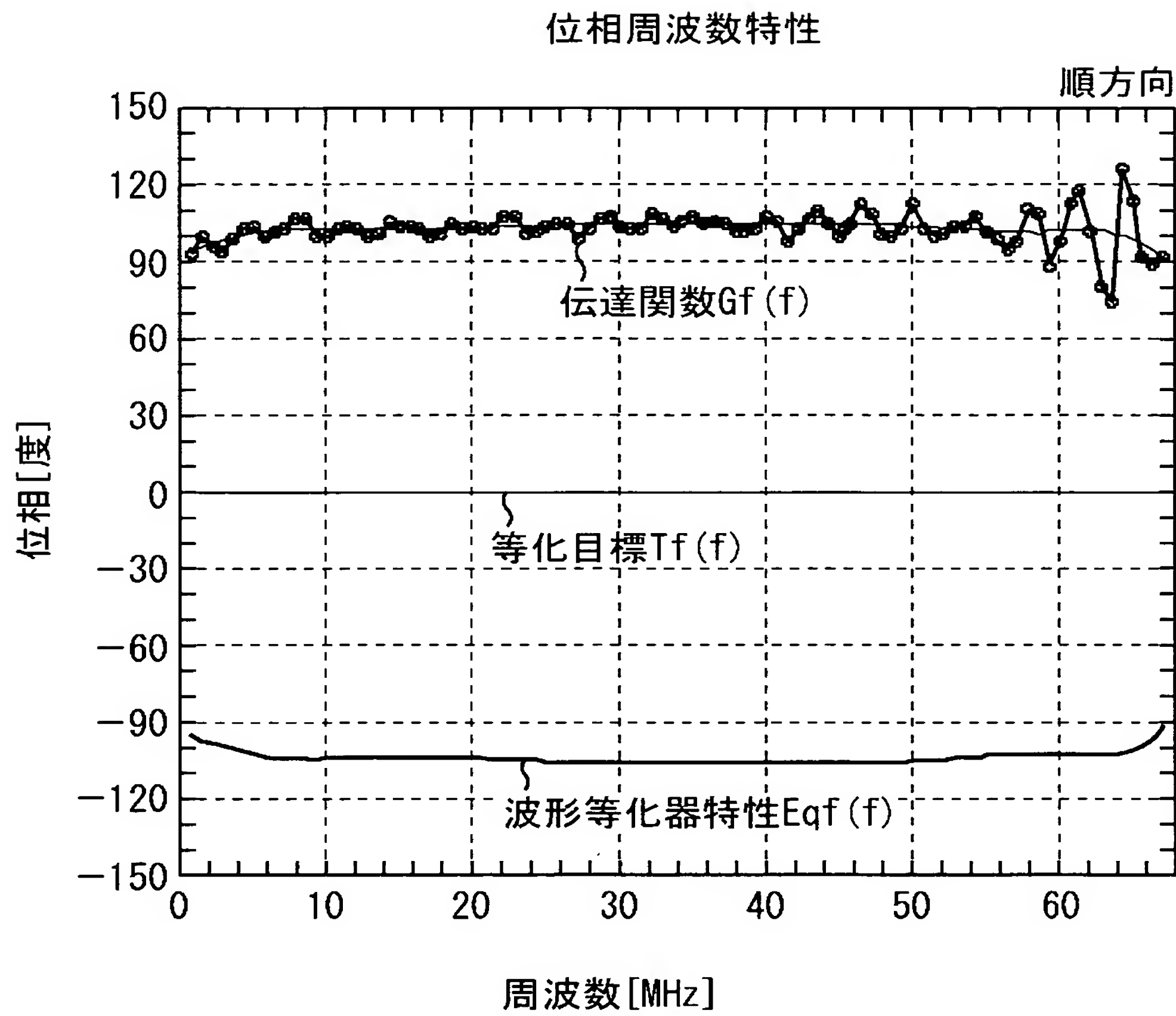
【図 2 6】

図26



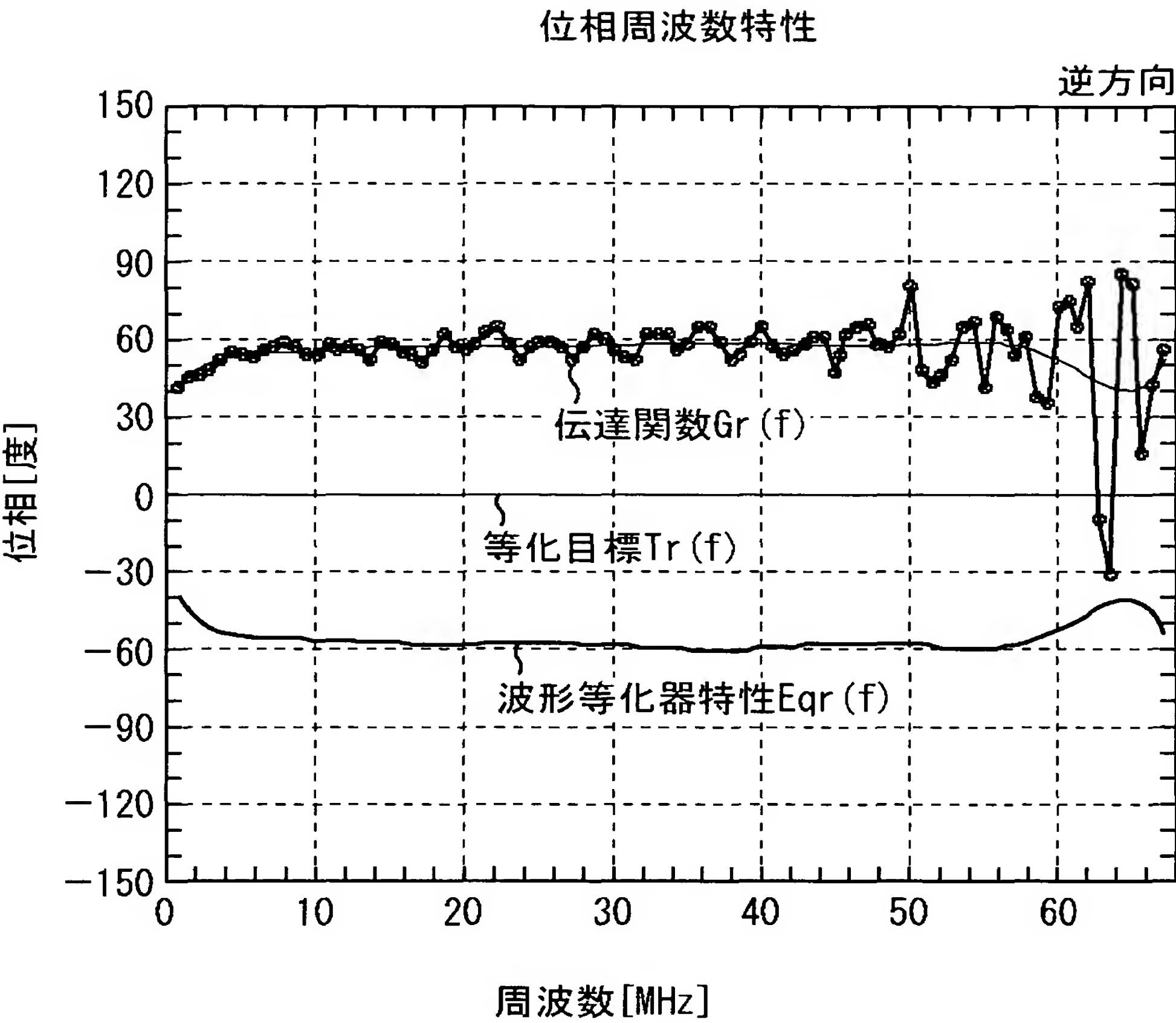
【図 2 7】

図27



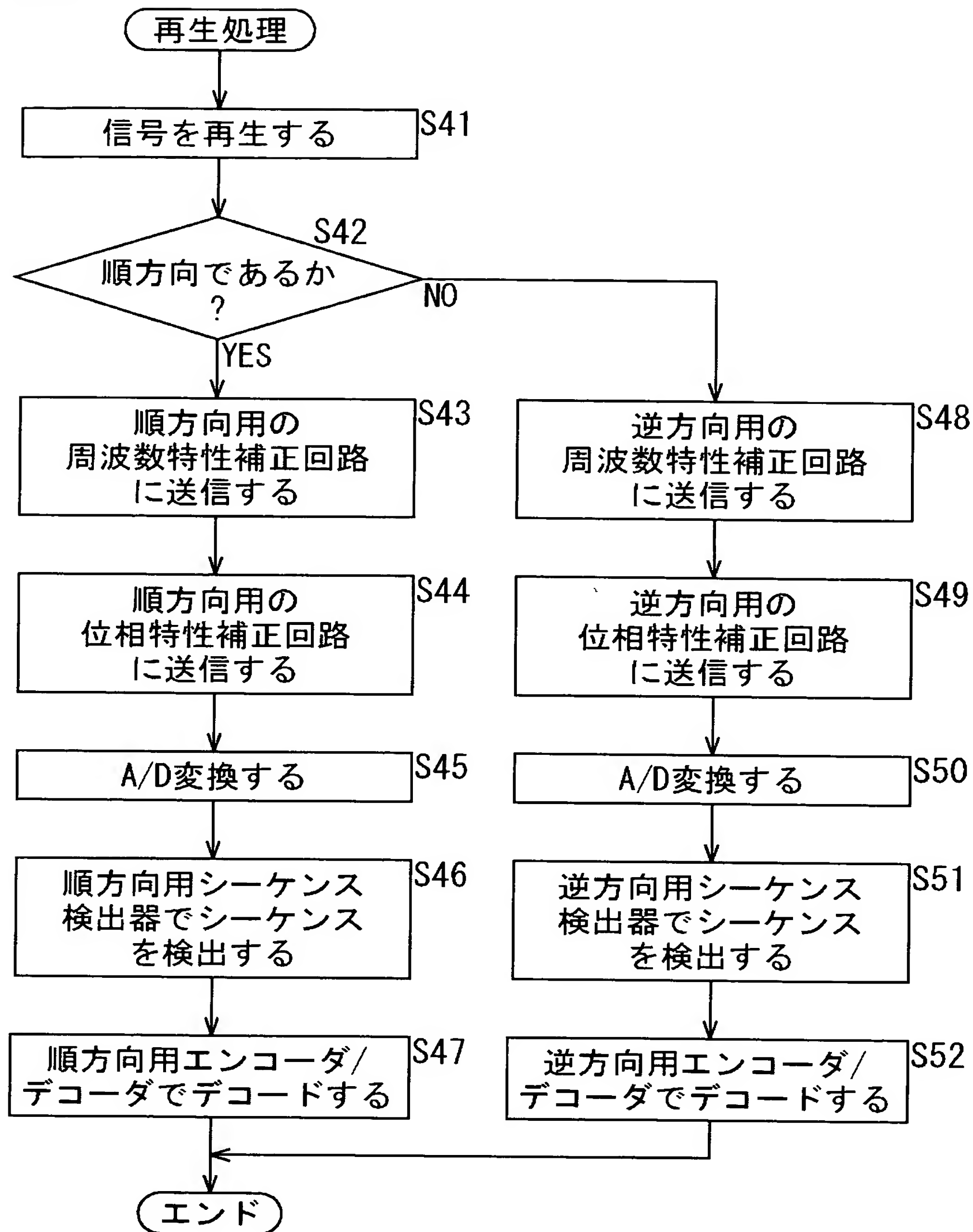
【図 2 8】

図28



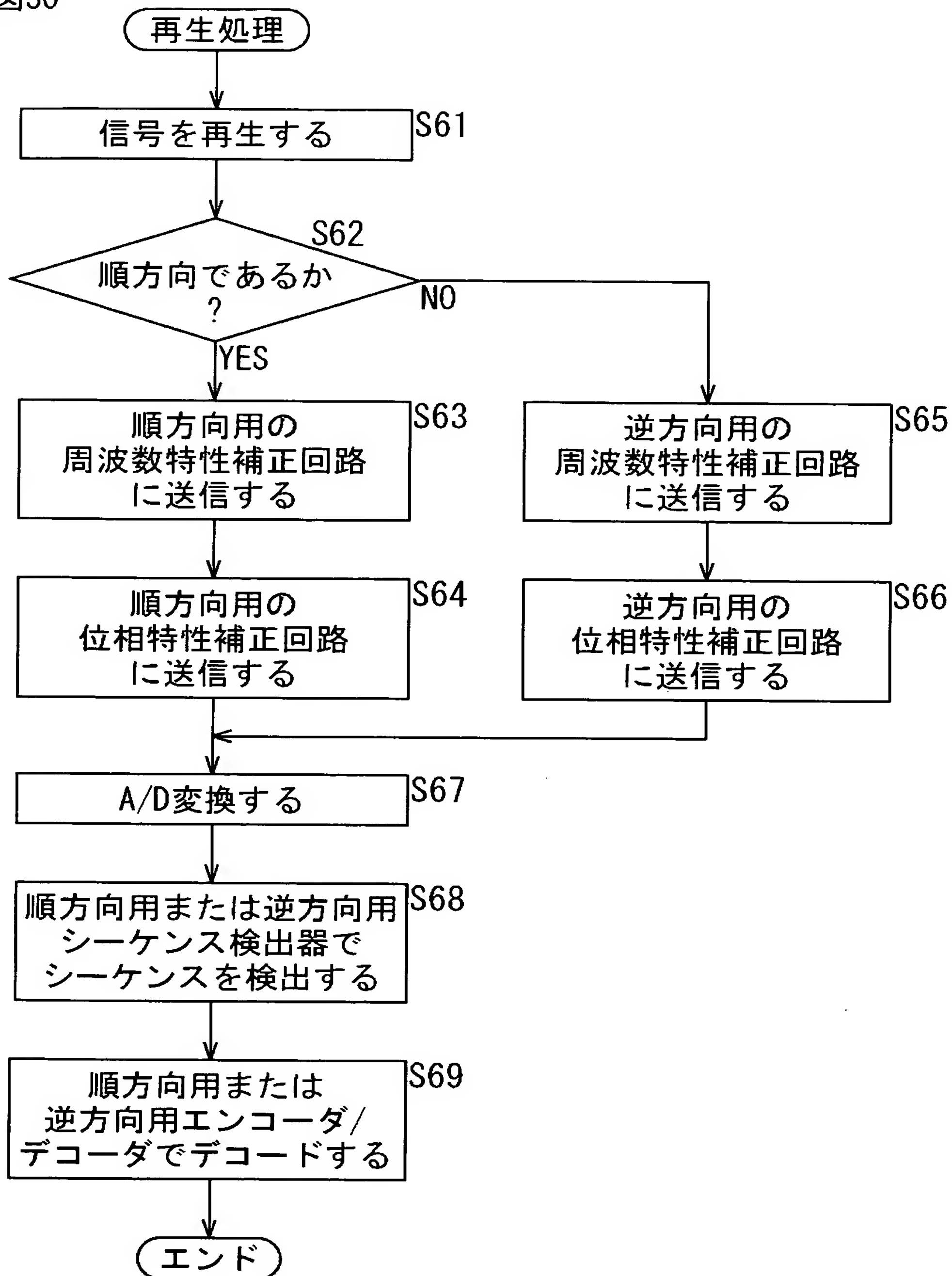
【図 29】

図29



【図 3 0】

図30



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 斜め異方性をもつ蒸着テープに信頼性の高い往復記録再生ができるようにする。

【解決手段】 記録アンプ 1 1 a と再生アンプ 1 1 b と、記録再生コントローラ 1 3 の間には、記録再生回路 1 2 が設けられている。記録再生回路 1 2 には、順方向用アナログ等化器 3 2 a と逆方向用アナログ等化器 3 2 b、順方向用シーケンス検出器 3 6 a と逆方向用シーケンス検出器 3 6 b、および順方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 a と逆方向用エンコーダ／デコーダ 3 7 b が備えられており、磁気テープの走行方向に応じて、それぞれ一方が選択される。本発明は、テープストリーマに適用することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 6 4 3 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名 ソニー株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 1 5 日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名 ソニー株式会社